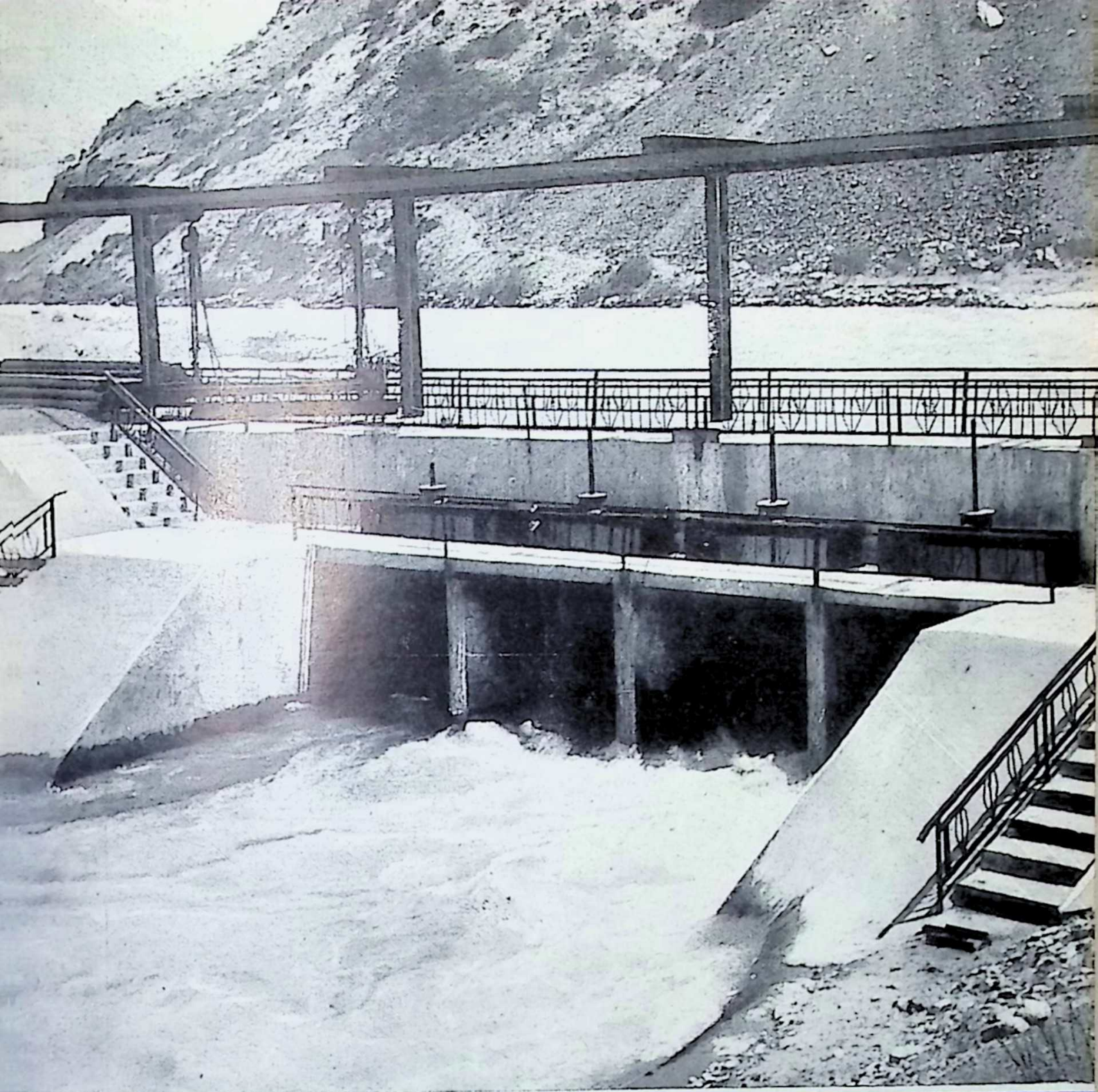




ГИДРОТЕХНИКА И МЕЛИОРАЦИЯ

1966

2



Очистка водоприемника экскаватором в колхозе им. Мичурина, Дновского района, Псковской области

На 1-й странице обложки: головное водозаборное сооружение Рахатинского канала из р. Кафирниган (Таджикская ССР)

ГИДРОТЕХНИКА И МЕЛИОРАЦИЯ

ГОДИЗДАНИЯХVII

2

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ
МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
И МИНИСТЕРСТВА МЕЛИОРАЦИИ
И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

ФЕВРАЛЬ
1966

Е. Е. АЛЕКСЕЕВСКИЙ
Министр мелиорации и водного
хозяйства СССР

626.8

ЗАДАЧИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В 1966 ГОДУ

■ В НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОМ плане СССР на 1966 год, рассмотренном и утвержденном на декабрьской сессии Верховного Совета СССР, предусмотрено осуществление намеченных мартовским Пленумом ЦК КПСС (1965 год) важнейших мер по преодолению отставания сельского хозяйства. Это нашло свое отражение в значительном росте капиталовложений и материально-технических ресурсов, направляемых в сельское хозяйство.

Особенно быстрыми темпами намечено вести мелiorативные работы—орошение засушливых и осушение переувлажненных земель с целью получения высоких и устойчивых урожаев. На проведение водохозяйственных мероприятий в 1966

году предусмотрено 1186 миллионов рублей, или на 25% больше, чем в минувшем году. Эти средства будут израсходованы на дальнейшее развитие ирригации в пустынных и засушливых районах страны и на широкое развитие мелiorативных работ в районах избыточного увлажнения земель.

Будут проведены большие работы по орошению целинных земель и по переустройству существующих оросительных систем в республиках Средней Азии,

Закавказья и южных областях Казахстана. Значительные средства выделяются на развитие орошения в засушливых районах Российской Федерации, на Украине и в Молдавии. Одновременно будут проведены работы по обводнению пастбищ, обеспечивающему подъем животноводства в пустынных и полупустынных районах СССР. В 1966 году значительно более широкое развитие получают осушительные мелиорации в нечерноземной зоне страны.

Партия и правительство придают мелиорации земель важную роль в повышении производительности сельского хозяйства, устранении вредных воздействий на него стихийных сил природы.

Перед Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР, его республиканскими и местными органами, перед водохозяйственными строительными организациями в плане 1966 г. поставлены большие и ответственные задачи. За один только 1966 год площадь мелиорированных земель в стране должна быть увеличена более чем на 1 млн. гектаров, из них на орошение приходится 288 тыс. и на осушение — 729 тыс. гектаров. Это количество мелиорированных земель по своей продуктивности равноценно более чем 3 млн. гектаров обычных пахотных земель с тем еще преимуществом, что на них, независимо от погодных условий, обеспечено получение высоких и гарантированных урожаев наиболее ценных сельскохозяйственных культур.

Важнейшим показателем выполнения плана мелиоративных работ является ввод в действие новых орошаемых и осушенных земель. Известно, что в ряде республик из года в год имеет место отставание в выполнении планов водохозяйственного строительства. Не преодолено это отставание и в минувшем году. Например, в Таджикской ССР годовой план работ по освоению новых орошаемых земель (15,6 тыс. гектаров) выполнен на 88%, в Казахской ССР (12 тыс. гектаров) — на 72%, в Грузинской ССР (14,2 тыс. гектаров) — на 75%.

Отставание с вводом в эксплуатацию вновь орошаемых земель имеет место и в некоторых других районах страны.

Для обеспечения выполнения утвержденных планов мелиоративных работ Советам Министров республик, Министерству мелиорации и водного хозяйства СССР и республиканским министерствам нужно провести большую работу по улучшению деятельности водохозяйственных строительных организаций, усилению их мощности, более эффективному использованию машин и механизмов, обеспечению строек необходимым количеством рабочих.

Особое внимание следует уделить улучшению качества строительных работ и их удешевлению, совершенствованию оросительных систем и широкому применению противифльтрационных мер для уменьшения потерь воды из каналов.

Мартовский Пленум ЦК КПСС (1965 г.) подчеркнул особое значение быстрого подъема сельского хозяйства нечерноземной зоны страны и важную роль, которая отводится в этом деле мелиорации.

Известно, что в нечерноземной зоне большая площадь земель представляет собой болота и значительная часть сельскохозяйственных угодий переувлажнена. Вследствие этого они не используются вовсе или дают крайне низкие урожаи. Переувлажнение земель ведет к затягиванию полевых работ, вымоканию посевов и в ряде случаев к гибели урожая на больших площадях. На культурные земли продолжают наступать кустарник и лес. Достаточно сказать, что за последние 10 лет площадь сельскохозяйственных угодий в нечерноземной зоне по этим причинам уменьшилась более чем на 10 млн. гектаров. Недооценка огромных возможностей развития сельского хозяйства в нечерноземной зоне привела к тому, что мелиоративные работы проводились здесь в ограниченных масштабах. Как известно, по решению мартовского Пленума ЦК КПСС все мелиоративные работы в увлажненной зоне сейчас приняты на государственный бюджет. Это огромная, неоценимая помощь государства колхозам и совхозам.

В 1966 году капиталовложения на осушительные мелиорации увеличиваются на 25%. Кроме того, значительные средства выделены по операционным за-

тратам в бюджетах союзных республик (до 150 млн. рублей). Кроме осушения 729 тыс. гектаров заболоченных земель, будут проведены культуртехнические работы на площади 1,25 млн. гектаров.

Чтобы обеспечить осуществление мелiorативных работ в таких больших объемах, необходимо, прежде всего, улучшить производственную деятельность лугомелиоративных и машинно-мелиоративных станций и специализированных СМУ, оснастить их нужной техникой, укрепить кадрами механизаторов. В каждом районе, имеющем переувлажненные земли, надо иметь, как правило, одну, а при большом объеме мелiorативных работ — две станции с тем, чтобы они одновременно с осушением проводили культуртехнические работы и хозяйствам передавались земли, полностью пригодные для рационального и интенсивного использования. Лугомелиоративные станции должны также значительно увеличить объемы работ по коренному и поверхностному улучшению лугов и пастбищ.

Следует отметить, что в ряде областей количество лугомелиоративных станций и объем выполняемых ими работ далеко не отвечают задачам, поставленным мартовским Пленумом ЦК КПСС. Например, в Смоленской области при наличии 20 районов имеется 13 ЛМС, с помощью которых в 1965 г. осушено всего лишь 1,2 тыс. гектаров болот. Сколько же потребуется времени, чтобы привести в порядок заболоченные и заросшие кустарником земли, которых в области насчитывается более 300 тыс. гектаров?

Основой технического прогресса в области мелiorации земель должен стать переход от осушения открытыми каналами к осушению закрытым дренажем, который отличается долговечностью, не требует больших затрат на эксплуатацию и не препятствует механизации сельскохозяйственных работ.

Преимущества закрытого дренажа перед открытой сетью осушительных каналов теперь для всех очевидны. Однако в Белоруссии, на Украине и особенно в Российской Федерации закрытый дренаж внедряется крайне слабо. Так, за 1961—1965 гг. в Белорусской ССР закрытый дренаж построен только на 22%, в Украинской ССР — на 14%, в Российской Федерации — на 11% площади всех осушенных земель. В то же время в Прибалтийских республиках удельный вес закрытого дренажа при осушении достиг 70%.

Внедрение закрытого дренажа потребует резкого увеличения производства гончарных труб. Поэтому очень важно, чтобы Советы Министров республик предусмотрели в программе работ министерств строительных материалов необходимые меры по увеличению мощностей существующих, а также по строительству новых специализированных заводов и цехов для изготовления гончарных труб.

В области ирригации в республиках Средней Азии и Закавказья главной задачей является осуществление коренных мер по приведению в порядок имеющегося фонда орошаемых земель. Надо признать, что в прошлые годы строительству коллекторно-дренажной сети и планировке земель не уделялось достаточного внимания. В результате в Узбекской ССР на 1 гектар орошаемой площади приходится 13 пог. метров коллекторно-дренажной сети вместо требуемых 30, в Туркменской ССР — 6 вместо нужных 33 пог. метров. Не лучше положение дел и в других республиках. Следует признать, что и имеющаяся коллекторно-дренажная сеть, особенно внутриводохозяйственная, сильно запущена.

Опыт говорит о том, что за счет проведения работ по улучшению мелiorативного состояния земель можно на землях существующего орошения повысить урожай хлопчатника на 5—6 центнеров с гектара. Поэтому улучшение мелiorативного состояния надо рассматривать как важный резерв повышения эффективности орошаемого земледелия. В плане 1966 года расходы на эти цели составляют 208 млн. рублей, что почти в 1,5 раза превышает затраты 1965 года. Предусматривается провести дренажные работы на площади 141 тыс. гектаров, повысить водообеспеченность на площади 228 тыс. гектаров и произвести планировку 60 тыс. гектаров орошаемых земель.

Будет проводиться строительство разветвленной коллекторно-дренажной сети в Бухарской области Узбекской ССР, в районах Голодной степи, в Каракалпакской АССР и других районах. В Туркменской ССР эти работы будут вестись в больших масштабах в зоне Каракумского канала, Ташаузского и Чарджоуского оазисов. Такие же работы развернутся в Азербайджанской ССР и в других республиках. Более широкое применение получит вертикальный дренаж — прогрессивный способ снижения уровня грунтовых вод.

Министерству мелiorации и водного хозяйства СССР вместе с республиканскими министерствами предстоит провести большую работу по наиболее полному и эффективному использованию средств, выделяемых на эти цели государством.

В 1966 году будут проводиться крупные работы по повышению водообеспеченности земель. Известно, что 1965 год был весьма маловодным, особенно в бассейне р. Сыр-Дарьи. Только самоотверженный труд хлопкоробов, исключительное бережное отношение к воде и большая государственная помощь, оказанная республикам Средней Азии, позволили в этих сложных условиях вырастить высокий урожай хлопка-сырца. Для преодоления маловодья было установлено более 15 тыс. насосов, широко использованы сбросные и подземные воды. Важное значение в повышении водообеспеченности орошаемых земель сыграли запасы воды, накопленные в Кайраккумском и Чардаринском водохранилищах, а для Зеравшанского оазиса — построенный в рекордно короткие сроки Аму-Бухарский канал. Дальнейшая борьба с маловодьем требует ускорения строительства Токтогульского, Чарвакского, Чардаринского и других водохранилищ.

Всемерное увеличение производства хлопка должно и в дальнейшем находиться в центре нашего внимания. В народнохозяйственном плане предусматривается для этой цели значительный рост орошаемых земель в Средней Азии.

Очень важный вопрос, который должен быть решен на базе орошения, — это удовлетворение потребности страны в рисе. В Советском Союзе немало районов, которые по своим природным условиям и обеспеченности водой благоприятны для развития рисосеяния. К ним относятся низовья рек — Сыр-Дарьи в Казахстане, Аму-Дарьи в Узбекистане, пойменные земли Кубани, причерноморские земли Украины. Серьезный сдвиг в увеличении производства риса уже имеется: по сравнению с 1962 годом государственные закупки риса в 1965 году увеличились в 2,4 раза и достигли 336 тыс. тонн. Производство риса только за последний год возросло на 21%.

Следует отметить успех в рисосеянии Украинской ССР, где только за 1965 год площади посева риса увеличились в два раза, а закупки — в три раза. На Украине получен урожай 51,6 ц риса (в Крымской области — 61 центнер) в среднем с гектара. В этой связи интересны данные по совхозу «Пятиозерный», Крымской области, который рисосеянием начал заниматься лишь два года назад. В этом совхозе семнадцать звеньев вырастили более чем по 70 центнеров риса с гектара, из них звено т. Ларина — по 71 центнеру с площади 136 гектаров, т. Пузана — по 70,4 центнера с площади 102 гектара. Совхоз продал государству 18 тыс. тонн риса при плане 10 тыс. тонн и получил более 3,5 млн. рублей чистого дохода. А ведь еще в 1963 году (до начала рисосеяния) этот совхоз был убыточным.

Успешному выполнению закупок риса способствовали принятые мартовским Пленумом ЦК КПСС меры по повышению материальной заинтересованности рисоводов. Но то, что сделано, — только первые шаги. По расчетам Министерства мелiorации и водного хозяйства СССР, уже в ближайшие годы можно будет полностью удовлетворить все нужды страны в рисе и отказаться от его импорта из зарубежных стран. Эта задача может быть успешно решена на базе строительства современных инженерных рисовых оросительных систем. К весне 1966 года такие системы должны быть подготовлены на площади 42 тыс. гектаров.

В настоящее время все усилия должны быть направлены на то, чтобы оро-

шаемые и осушенные земли стали источником производства большого количества товарного хлеба. У нас уже накоплен значительный опыт получения высоких и устойчивых урожаев зерновых культур на больших площадях поливных земель в засушливых районах. Например, в Украинской ССР в 1965 году на площади 38 тыс. гектаров поливных земель получен урожай озимой пшеницы по 30 центнеров в среднем с гектара. Опыт выращивания высоких урожаев на поливных землях имеется на Северном Кавказе, в Заволжье, Молдавии и других районах. При этом себестоимость производства зерна при орошении полей ниже, чем на богаре. Производство зерна на поливных землях, таким образом, экономически рентабельно. На орошаемых и осушенных землях оно должно быть значительно увеличено уже в этом году.

Орошаемые земли — ценнейший фонд нашей страны. Однако до последнего времени сельскохозяйственные и водохозяйственные органы допускали серьезные недостатки в их использовании. По данным ЦСУ СССР, сотни тысяч гектаров ирригационно подготовленных земель в колхозах и совхозах страны совершенно не используются и значительная часть их даже не поливается. Особенно много таких земель в Азербайджанской ССР, Казахской, Грузинской ССР и в ряде областей Российской Федерации. С этим нельзя мириться.

Министерству сельского хозяйства СССР, Министерству мелiorации и водного хозяйства СССР вместе с Советами Министров республик, местными партийными и советскими органами предстоит провести большую и напряженную работу по повышению урожайности на мелиорированных землях. Посевам культур на этих землях нужно дать полную норму минеральных удобрений, предоставить хозяйствам необходимую технику, ликвидировать обезличку.

Сентябрьский Пленум ЦК КПСС потребовал повышения экономической эффективности капиталовложений в народном хозяйстве. Это в полной мере относится и к использованию мелиорированных земель. Нельзя допускать, чтобы нерадивое отношение к этим землям обесценивало большие государственные затраты.

В текущем году проектные организации должны выполнить проектно-изыскательские работы в большем объеме, чем в 1965 году, а главное, значительно улучшить качество проектирования.

Особые усилия проектных организаций должны быть направлены на своевременное обеспечение строек технической документацией и совершенствование труда проектировщиков и изыскателей, на широкое внедрение в практику строительства прогрессивных решений, на экономические показатели проектов с целью обеспечить наибольшую эффективность капитальных вложений в водохозяйственные мероприятия.

Должен быть усилен авторский надзор со стороны главных инженеров проектов. Проектным институтам следует значительно лучше проводить инженерно-геологические, гидрогеологические и почвенные исследования, предусматривать в проектах меры, которые безусловно предупреждали бы засоление и заболачивание земель. Надо добиться более высокого коэффициента полезного действия систем на основе применения противодиффузионных покрытий и других мер.

Успешное выполнение увеличивающихся из года в год планов мелiorативного строительства зависит от наличия производственных мощностей. В 1965 году правительство приняло решение о строительстве ряда крупных объединенных баз строительной индустрии и строительных материалов для удовлетворения нужд водохозяйственного строительства. В республиках Средней Азии, в Казахстане, Российской Федерации, на Украине разворачивается строительство 15 крупных баз с общей мощностью по сборному железобетону 2,2 млн. м³, ремонтными заводами с программой порядка 40 млн. руб., крупными автохозяйствами, цехами металлоконструкций, базами материально-техниче-

ского снабжения. Наиболее крупными базами будут: Каховская на Украине, Тедженская в Туркмении, Каршинская в Узбекистане, Кавказская в Российской Федерации и другие. Ускоренное строительство этих баз — первостепенная задача как Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР, так и Советов Министров республик. Однако не везде, в частности в Российской Федерации, строительству этих баз уделяется должное внимание.

Большое внимание должно быть обращено на осуществление мер, связанных с улучшением быта строителей водохозяйственных объектов, особенно в пустынных районах. Строительство жилья, детских учреждений, культурно-бытовых объектов, улучшение общественного питания и удовлетворение культурных запросов рабочих-строителей и инженерно-технических работников руководителей строек должны рассматривать как самую первоочередную задачу.

У строителей водохозяйственных объектов имеется ряд претензий к Министерству строительного, дорожного и коммунального машиностроения, Министерству тракторного и сельскохозяйственного машиностроения в части производства запасных частей для мелиоративных и землеройных машин. За последние годы существенно увеличился парк экскаваторов, скреперов, бульдозеров, в то время, как потребность в запасных частях к этой технике удовлетворяется лишь в пределах 30—35%. Это ведет к огромным простоям, низкой производительности, срыву выполнения планов. Нужно, чтобы вновь созданные министерства оказали существенную помощь водному хозяйству, решив, наконец, этот очень большой для мелиораторов вопрос. Госплану СССР следовало бы еще раз рассмотреть вопрос об обеспечении водного хозяйства трубами.

На Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР возложены важные задачи по комплексному использованию и охране водных источников страны.

С развитием промышленности и сельского хозяйства вода из неограниченного дара природы все больше становится своеобразным сырьем, ресурсы которого не только не безграничны, но и во многих районах страны являются фактором, определяющим дальнейшее развитие всего народного хозяйства. Между тем имеют место технические решения по использованию водных ресурсов (в основном в энергетических целях), когда наносится прямой ущерб другим отраслям народного хозяйства, особенно сельскому хозяйству, рыбоводству, водному транспорту.

Еще более острыми являются вопросы охраны водных источников. Не случайно советская общественность высказывает такое беспокойство о судьбах многих наших рек, которые в настоящее время систематически загрязняются миллиардами кубометров сточных вод, сбрасываемых без должной очистки промышленными предприятиями. Водохозяйственные органы на местах, опираясь прежде всего на широкую помощь общественности, должны будут вести работу по установлению строжайшего контроля за всеми промышленными предприятиями, не допуская загрязнения рек и водоемов.

Водохозяйственные работы 1966 года — начало осуществления больших задач мелиоративного строительства, определенных XXII съездом КПСС и Программой нашей партии. Для ее успешного выполнения необходимо повысить производительность труда на строительстве мелиоративных систем и гидротехнических сооружений, лучше использовать парк машин и механизмов, приданных водохозяйственным организациям и стройкам, экономно расходовать материальные и денежные ресурсы, не допускать ошибок и просчетов при проектировании, повысить качество строительных работ и, наконец, быстрее и эффективнее использовать мелиорированные земли.

Осуществление намеченных в народнохозяйственном плане работ по мелиорации, улучшению использования орошаемых и осушенных земель будет важным вкладом в решение задач, поставленных мартовским Пленумом ЦК КПСС по развитию сельскохозяйственного производства.

Новое в устройстве регулирующей сети на рисовых полях

■ **РИСОВЫЕ** чеки — горизонтальные площадки, затопляемые водой для обеспечения развития растений. Они являются основными элементами, из которых складывается рисовая оросительная система.

В старых районах рисосеяния чеки имеют самую разнообразную форму и в большинстве случаев—весьма малые размеры, определяемые рельефом. Затопление и последующее поддержание слоя воды на них осуществляются путем перепуска воды из чека в чек от оросительного до водоотводного каналов (полив «по цепочке»). Вспашка и планировка рисовых полей обычно производятся «по воде», когда чеки затоплены на небольшую глубину.

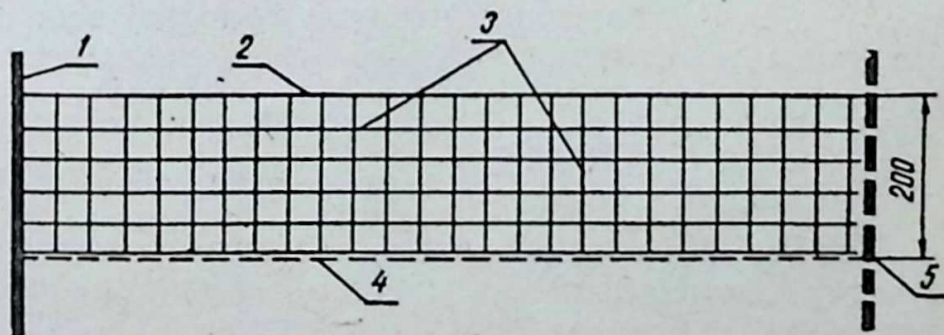
Применение современных тракторов и другой техники на таких рисовых полях весьма затруднено, а в ряде случаев и совершенно невозможно.

Наши первые инженерные рисовые системы строились по такому же принципу, с той, однако, разницей, что оросительные и водоотводные каналы были прямолинейными, а валики, также прямолинейные, перед уборкой разрушали и вновь восстанавливали весной. Площадь чека в этом случае была 0,16 га, а коэффициент земельного использования (КЗИ) из-за большой площади, занятой валиками, был невелик (рис. 1).

Эта схема рисовой оросительной системы заимствована нами из опубликованной еще в 1933 г. статьи П. А. Витте [1], в которой была дана исчерпывающая критика подобного устройства рисового поля и предложена «рационализированная» рисовая оросительная система, показанная на рис. 2.

«За основу, — пишет П. А. Витте, — берется укрупненный чек площадью 4 га и больше, квадратной или удлиненной формы... Чеки отделяются один от другого профилированными дамбами высотой около 1 м... при ширине гребня 3,5—4,0 м и двойных откосах... Резервы отделяются в виде каналов и выполняют двойное назначение — оросительных и осушительно-сбросных каналов... Цепочка чеков от распределителя до коллектора составляет карту».

1 Инженерная рисовая карта с временными валиками:
1 — распределитель; 2 — картовый ороситель;
3 — валики; 4 — картовый сброс;
5 — коллектор



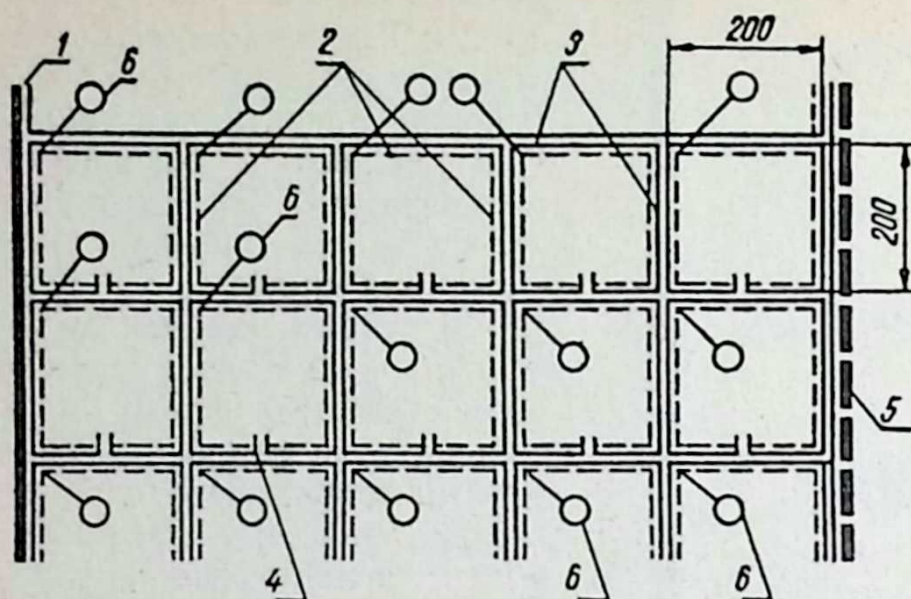


Схема «рационализованной» рисовой ирригационной системы, предложенной П. А. Витте: 1 — распределитель; 2 — оросительно-сбросные каналы; 3 — дамбы-дороги; 4 — съезды на чеки; 5 — коллектор; 6 — подпорные сооружения

Предполагалось, что наличие дамб-дорог по периметру каждого чека даст возможность электрифицировать планировочные и сельскохозяйственные работы с помощью электролебедок и канатной тяги.

В 1950 г. Л. В. Скрипчинская [6] проанализировала два варианта устройства «рациональной» оросительной системы.

По первому варианту, предложенному П. А. Витте, карта располагается по уклону и имеет ширину 200—300 м, а чеки — от 40 до 100 м, то есть поперек карты делают от трех до шести рядов чеков. Подача воды производится по «цепочкам» чеков.

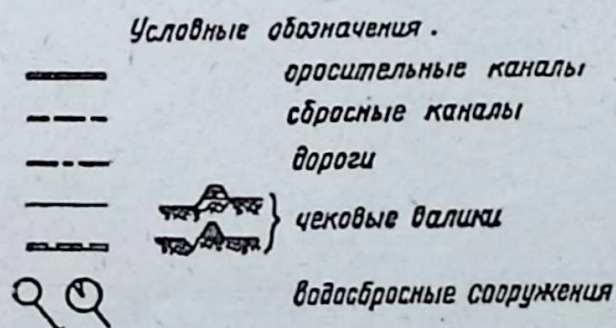
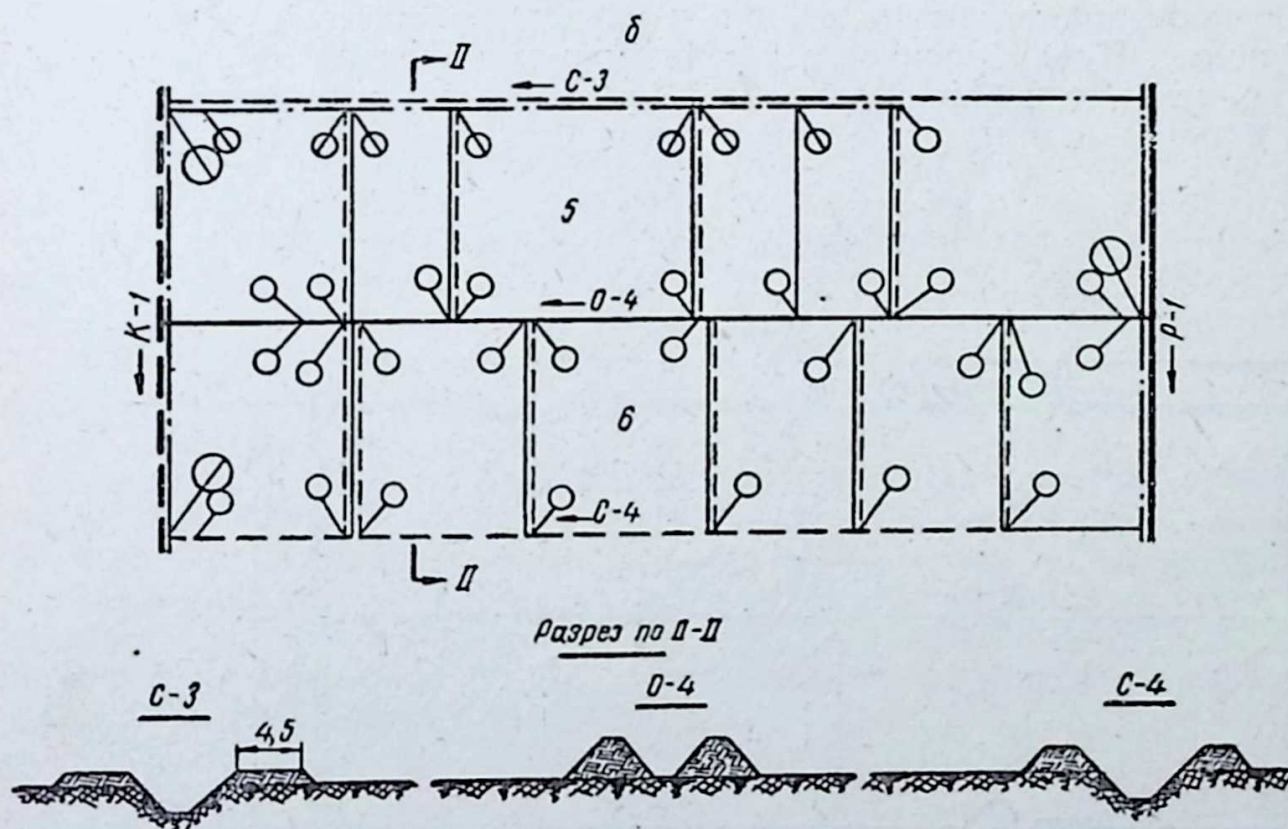
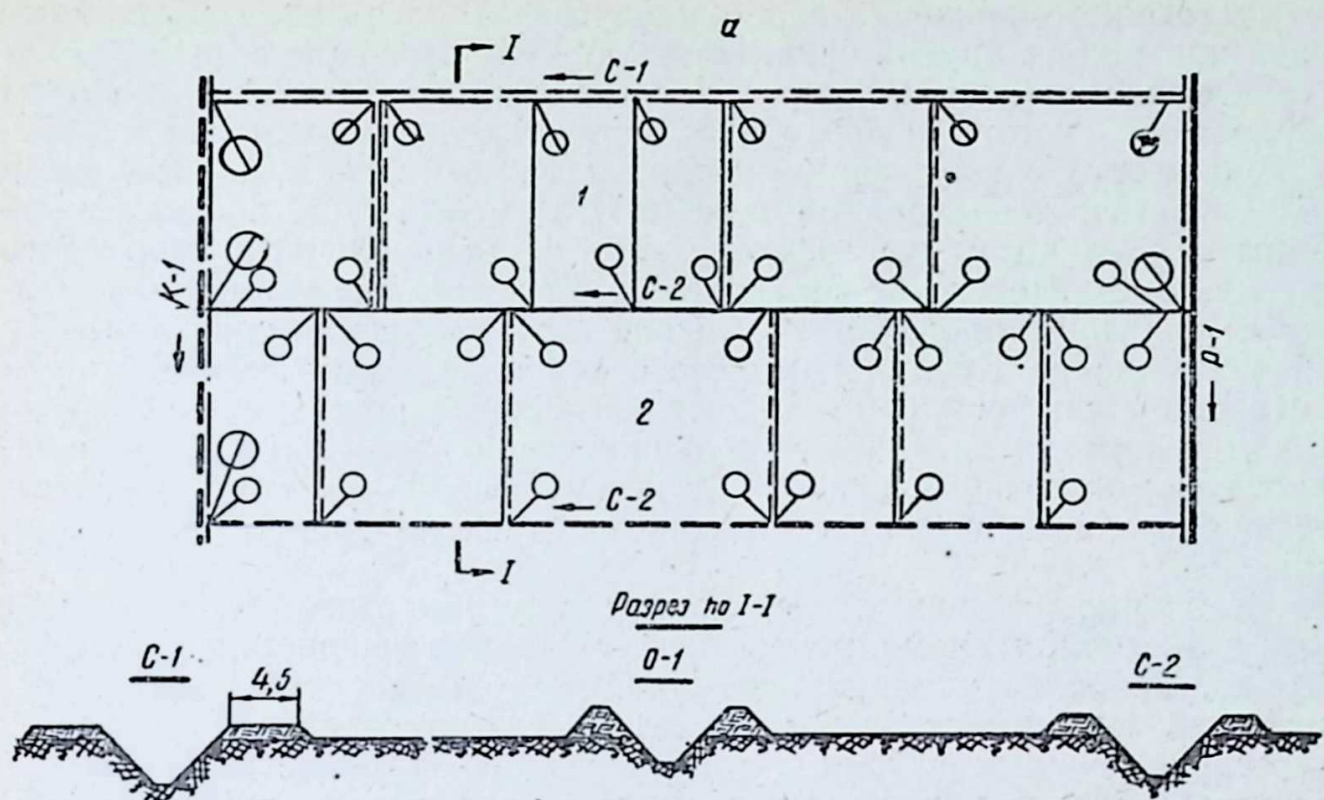
По второму варианту, предложенному Б. А. Шумаковым, карта располагается вдоль горизонталей длиной до 1 км и шириной от 50 до 200 м, в зависимости от уклона. Для каждой карты, как обычно, устраивают оросительный и сбросной каналы, но валиков не делают.

В 1952 г. С. Г. Попель [4] предложил делать временные валики, располагая их по горизонтали, с тем чтобы свести к минимуму объем планировочных работ. В том же году Б. А. Шумаков и Л. В. Скрипчинская предложили «новую оросительную систему для риса при затоплении». Особенность ее заключается в том, что ширина карты увеличивается до 400 м, а валики делают временными — осенью их разрушают, а весной восстанавливают [7].

Таким образом, в поисках рационального типа регулирующей сети для риса были предложены различные варианты: от чеков площадью 4 га, каждый из которых окружен дамбами-дорогами метровой высоты, до чеков площадью в несколько сотых гектара, разделенных временными валиками, не допускающими глубокого затопления.

Улучшение рисовой поливной карты на Кубанских системах не пошло ни по одному из этих путей. Здесь в результате постепенного усовершенствования, реальной основой для которого явилось оснащение строительства рисовых систем более мощными и производительными механизмами, сложилась так называемая «карта краснодарского типа» (рис. 3-а). Картовые оросители и сбросы располагаются здесь по направлению наибольшего уклона местности. Уклоны же поперек карты минимальны, что дает возможность устраивать «сквозные» чеки от оросителя до сброса. Лишь в весьма неблагоприятных случаях допускается устройство не более одного продольного валика на части карты, то есть цепочки из двух чеков.

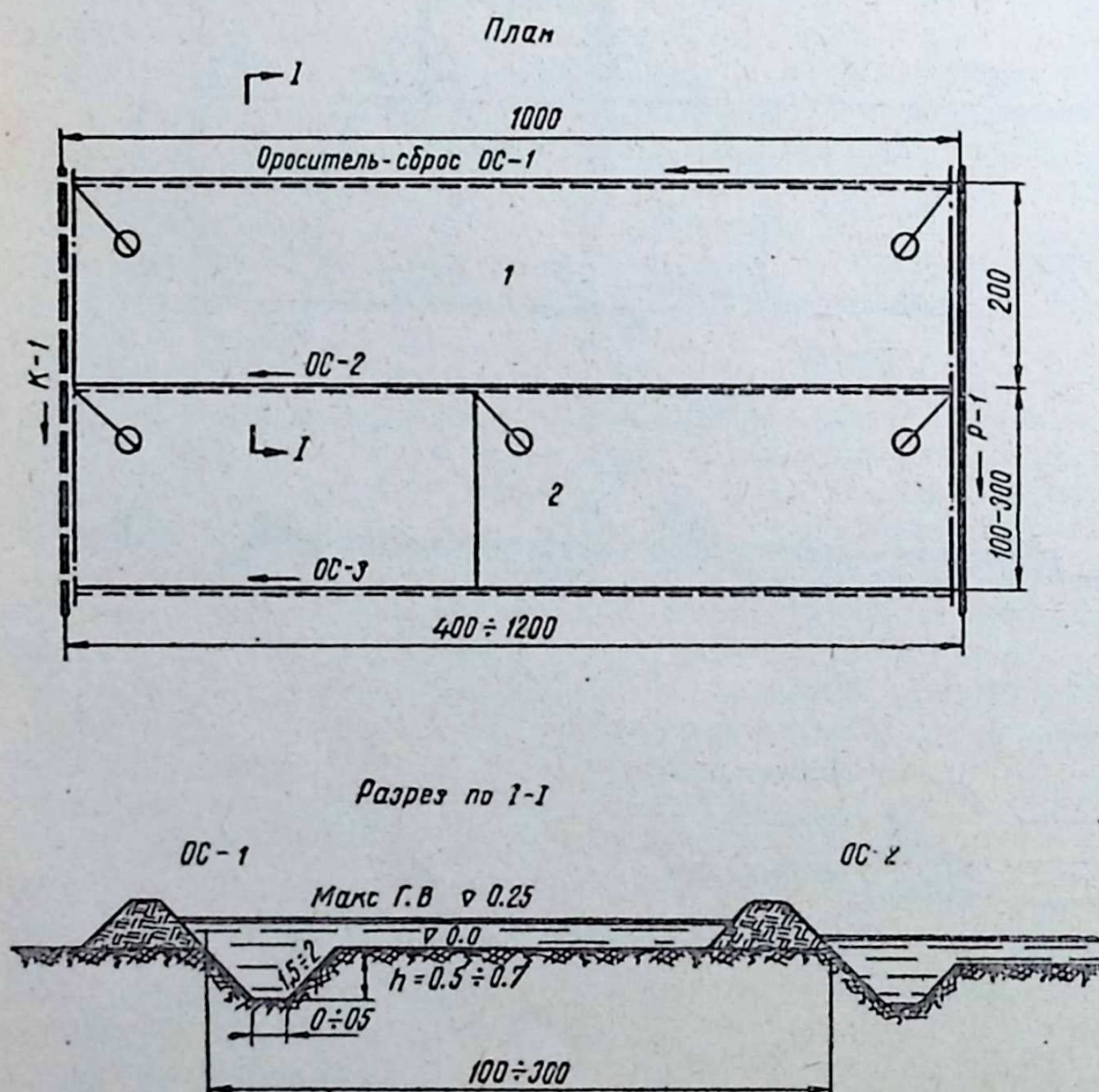
Подача воды из оросителя в чеки и из чеков в сбросы производится через постоянные сооружения из сборного железобетона. Одна из сторон чека делается длиной не менее 150—200 м, что дает возмож-



ность достаточно производительно использовать сельскохозяйственные машины при работе внутри чека. Площадь чека на современных Кубанских системах в среднем 2 га. В зависимости от характера рельефа и необходимой густоты водоотводной сети картовые оросители и сбросы устраивают с односторонним или двухсторонним командованием.

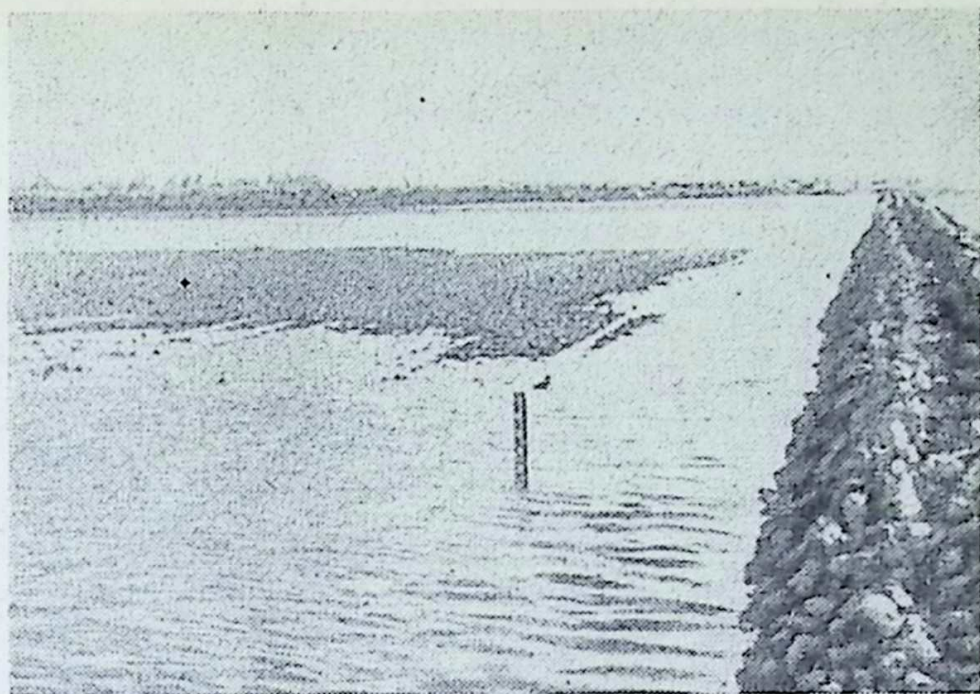
В результате исследований инж. А. Н. Семененко (Кубанская рисовая опытная станция) установлено, что из заглубленного картового оросителя, врезающегося своим дном в более водопроницаемый подпахотный горизонт, происходят большие потери оросительной воды [5]. Поэтому сейчас на Кубани картовые оросители проектируют и строят так, что они полностью проходят в насыпных валах (рис. 3-б). При этом для ускорения затопления больших чеков вдоль валиков прокладывают вспомогательные канавки. Для уменьшения объемов земляных работ оросители и сбросы строят не на полную длину карты (см. схему).

Сопоставление различных схем карт и внутрикартовой сети, применяемых в настоящее время, показывает, что карта краснодарского типа, бесспорно, наиболее рациональна [3]. Однако и этот тип рисовой регулирующей сети имеет свои недостатки. Так, распределение воды и поддержание нужных глубин затопления в чеках все еще сложны и трудоемки. Наличие поперечных валиков и малые размеры чеков снижают производительность машин и ухудшают качество работ на рисовых полях. Предуборочное осушение карты, разбитой на отдельные чеки, происходит неравномерно. Работа автотранспорта на вывозке урожая с переездом из чека в чек затруднена, а устройство дорог вдоль



5

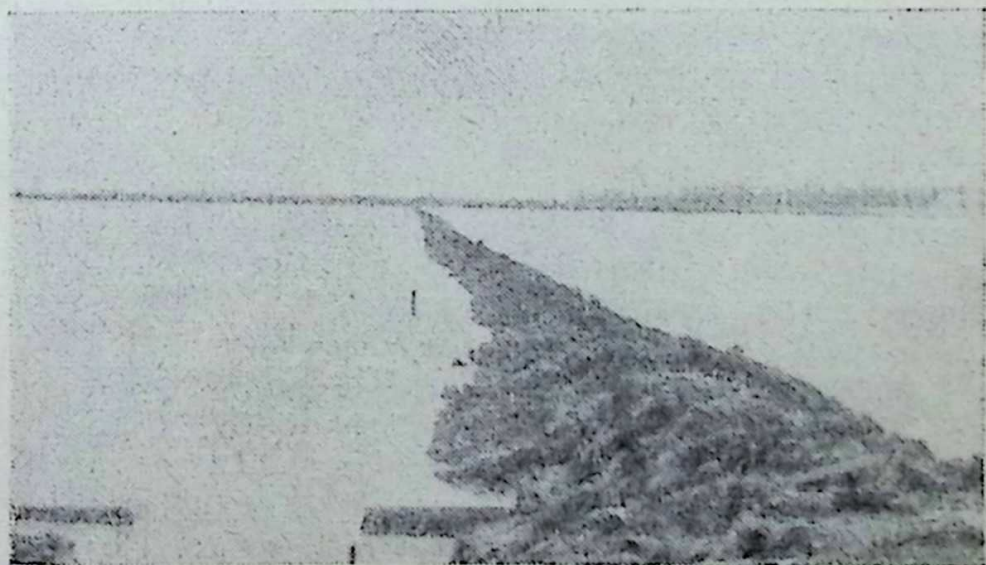
Карта-чек в процессе затопления. Справа вдоль валика — переполненный ороситель-сброс



каждой карты удорожает строительство и существенно снижает коэффициент земельного использования (КЗИ).

Одним из путей дальнейшего усовершенствования рисовой сети, по нашему мнению, является устройство карт-чек. Своей длинной стороной карта-чек располагается вдоль горизонталей и вся ее поверхность планируется под одну отметку, то есть она представляет собой один большой сплошной чек, не перегородженный валиками. При этом картовый ороситель не прокладывают, а устраивают лишь идущий в выемке картовый сбросной канал, которому придается функция оросителя-сброса. При его отрывке грунт складывается со стороны вышележащей карты-чека и образует ее периферический валик. Такие карты делают шириной от 75 до 200 м при длине от 400 до 1200 м, в зависимости от рельефа (рис. 4).

Затопление карты-чека производится путем переполнения оросителя-сброса, как это предлагал П. А. Витте [1] для своих чек. Вода из распределителя последнего порядка через сооружения в голове оросителя-сброса заполняет его доверху, а затем через необвалованную бровку выходит на поверхность поля (рис. 5). Сооружение в конце оросителя-сброса в это время закрыто, и вода постепенно заполняет всю карту, создавая одно сплошное зеркало (рис. 6).



6

Карты-чеки в затопленном состоянии

По нашему предложению, в 1964 г. в Красноармейском рисосовхозе, Славянского района, Краснодарского края, были построены две первые карты-чеки площадью по 18 га. Они хорошо показали себя в работе и в настоящее время в разных хозяйствах края построено 40 карт-чеков с общей площадью 670 га. Весной 1965 г. такие карты на площади 264 га были засеяны рисом. Средняя площадь карты-чека в условиях Кубани оказалась равной 16,8 га.

Затопление карт-чеков происходит очень спокойно, никаких размывов не наблюдается. Зеркало воды вначале создается в верхней части карты, затем распространяется по кривым, вытянутым вдоль ороситель-сброса. Если карта краснодарского типа затопляется за 3—5 суток, то карта-чек, по нашим наблюдениям, — в течение 1—2,5 суток. Скорость выхода воды из канала через его борт на карту-чек в среднем составляет 0,05 м/сек, колеблясь от нуля до 0,2 м/сек. Значительное сокращение сроков затопления карты-чека объясняется рядом причин. Наиболее важная из них — увеличение пропускной способности водовыпуска из группового распределителя в ороситель-сброс. Кроме того, существенное значение имеет уменьшение фильтрационных и эксплуатационных потерь воды.

Сброс воды с карты-чека происходит в такой последовательности: сначала с карты-чека непосредственно в коллектор, затем с карты в ороситель-сброс, по которому отводится в коллектор. По сравнению с обычными картами сброс происходит в 2—2,5 раза быстрее.

В ветреную погоду на затопленной карте-чеке образуются волны — так же, как и на обычных чеках, так как это явление зависит от глубины воды, которая в обоих случаях одинакова.

Несмотря на планировку, на чеке остаются повышения и бессточные микропонижения, что затрудняет предуборочное осушение. Для ускорения осушения поливальщику приходится отводить воду из пониженных мест по временным канавкам, прокапываемым на чеке со спелым рисом от этих понижений к водовыпускам в сброс. На карте-чеке значительная часть понижений осушается непосредственно оросителем-сбросом. Временные канавки можно выводить в ороситель-сброс в любом месте, а не тянуть их к водовыпускному сооружению. Из понижений, расположенных на другой стороне карты, воду легко спустить в ороситель-сброс соседней карты, устроив временный прокоп в валике.

В Красноармейском рисосовхозе на двух картах, обычной и карте-чеке, вода была сброшена в один и тот же день. Затем на обеих картах по нескольким поперечным створам в точках, расположенных у оросителя и на расстояниях 50, 100, 150 и 200 м от него, систематически брали пробы на влажность. В результате получены следующие данные о влажности почвы (табл. 1).

Таким образом, осушение карты-чека происходит быстрее и лучше, чем на картах обычного типа.

Таблица 1
Влажность почвы на картах разного типа

День наблюдений после сброса воды с карты	Средняя влажность почвы, % от веса сухой почвы		Относительное уменьшение влажности почвы на карте-чеке, %
	на карте краснодарского типа	на карте-чеке	
1	38,5	38,4	0,1
2	38,4	36,8	1,6
3	36,5	32,4	4,1
4	34,2	27,6	6,6

7

Прямое комбайнирование на картечке (Красноармейский рисосовхоз, 1964 г.)



Рис на Кубани убирают путем раздельного комбайнирования. После уборки риса в валки просыхание поверхности чеков идет гораздо быстрее и через несколько дней оказывается возможным пустить на них комбайны и автомашины. Быстрое и более полное просыхание карт-чеков позволяет вести уборку урожая прямым комбайнированием (рис. 7), а это дает возможность провести уборку в более сжатые сроки, с меньшими потерями зерна, без его механического повреждения, что повышает его качество как семенного материала.

Сравнение показателей, полученных при проектировании обычной картовой и внутрикартовой сети на системах РХ-20 (площадь 1250 га) и Р-0-3 (379 га) и карт-чеков (670 га), показало, что в последнем случае КЗИ возрастает на 4—5% (табл. 2).

Таблица 2

Потеря полезной площади и коэффициент земельного использования при разных типах регулирующей сети (карта площадью 20 га)

Показатель	Карта краснодарского типа				Карта-чек	
	вариант а		вариант б			
	га	%	га	%	га	%
Потеря полезной площади:						
под ороситель	0,50	2,50	0,40	2,00	—	—
сбросной канал и периферический валик	0,55	2,75	0,50	2,50	—	—
ороситель-сброс	—	—	—	—	0,45	2,3
чековые валики	0,40	2,00	0,40	2,00	—	—
Общие потери	1,45	7,25	1,30	6,50	0,45	2,3
Коэффициент земельного использования, % (без учета распределительной сети и дорог)	—	92,75	—	93,50	—	97,7

Фактическое использование площадей на карте-чеке еще выше, так как в табл. 2 не учтены незасеваемые площади у крестовин, вымывание посевов перед водовыпусками и пр. Увеличение КЗИ на 4—5% равносильно повышению урожайности риса на 1,5—2,0 ц/га.

На быстро просыхающей карте-чеке, не имеющей поперечных валиков, условия для работы автотранспорта более благоприятны, чем на обычных картах. В ряде случаев для обеспечения вывозки урожая на рисовых полях строят полевые дороги (вдоль картовых сбросов). Под такие дороги на каждой карте теряется площадь 0,30 га, и КЗИ уменьшается на 1,5%.

На карте краснодарского типа вода распределяется через водовыпуски из оросителя в чек, а на картах-чеках — путем перелива воды через бровку оросителя-сброса. В результате исключается необходимость устройства водовыпусков из оросителей в чеки и из чеков в сбросные каналы. На карте краснодарского типа площадью 20 га таких водовыпусков насчитывается 15—20. Резкое уменьшение числа гидротехнических сооружений создает на картах-чеках лучшие условия для внедрения автоматизации водорегулирования. Отсутствие валиков и водовыпусков облегчает труд поливальщиков и повышает их производительность. Создание и поддержание нужного слоя воды на всей карте сводится к регулированию расходов только по двум сооружениям: в голове и конце оросителя-сброса. Поэтому один поливальщик может обслужить площадь примерно в три раза большую, чем при картах краснодарского типа (последняя составляет 30—35 га).

Длина оросительных и сбросных каналов на карте-чеке составляет 1,4 км вместо 2,4 км на карте краснодарского типа, а длина валиков уменьшается в три раза (1 км вместо 3 км).

Карту-чек планируют под одну общую отметку. На ней отсутствует самый высокий чек, по которому определяют проектный горизонт оросителя, нужный для затопления только одного этого чека и заведомо завышенный для всех остальных чеков данной карты. Пусть разница в отметках чеков на карте равна только 0,30 м. Если условная отметка средней плоскости карты равна нулю, то расчетная отметка горизонта воды в «самом высоком» чеке будет $0,15 + 0,25 = 0,40$ м (рис. 8-а).

Полагая, что потери напора на водовыпусках из оросителя в чек и из распределителя в ороситель равны по 0,10 м, расчетная отметка горизонта в распределителе будет $0,40 + 0,10 + 0,10 = 0,60$ м.

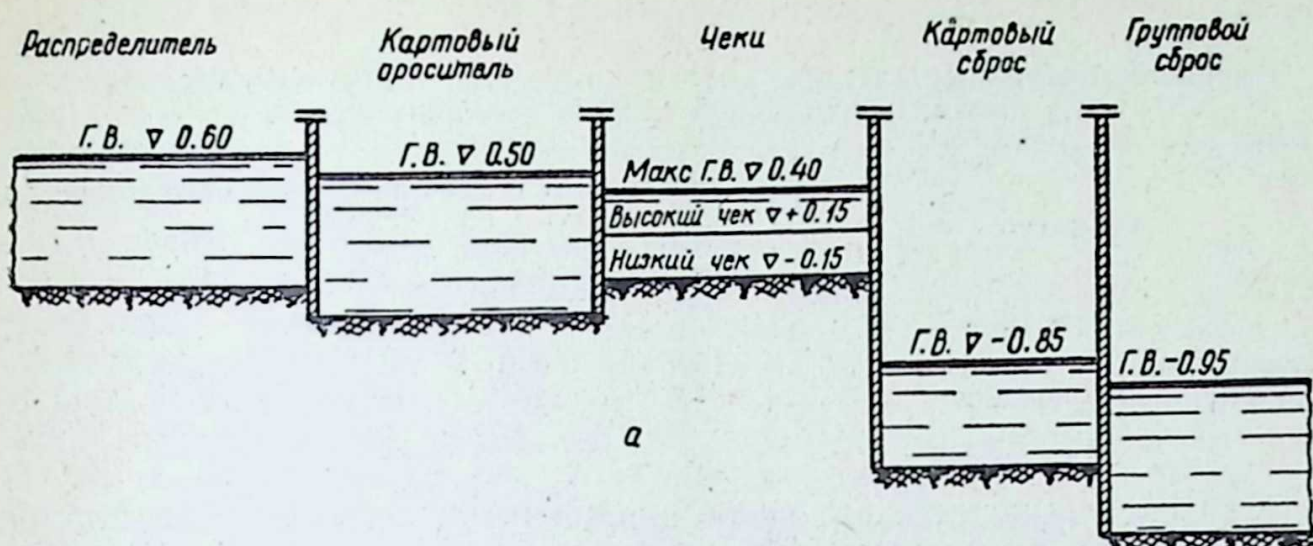
Горизонт воды в картовом сбросе должен быть на 0,70 м ниже отметки земли «самого низкого» чека. Поэтому расчетный горизонт в групповом сбросе определится: $-0,15 - 0,70 - 0,10 = -0,95$ м.

Так как горизонт воды в оросителе-сбросе совпадает с горизонтом ее на карте-чеке (рис. 8-б), то отметка горизонта воды в распределителе будет $0,25 + 0,10 = 0,35$ м, а в групповом сбросном канале 0,70 м.

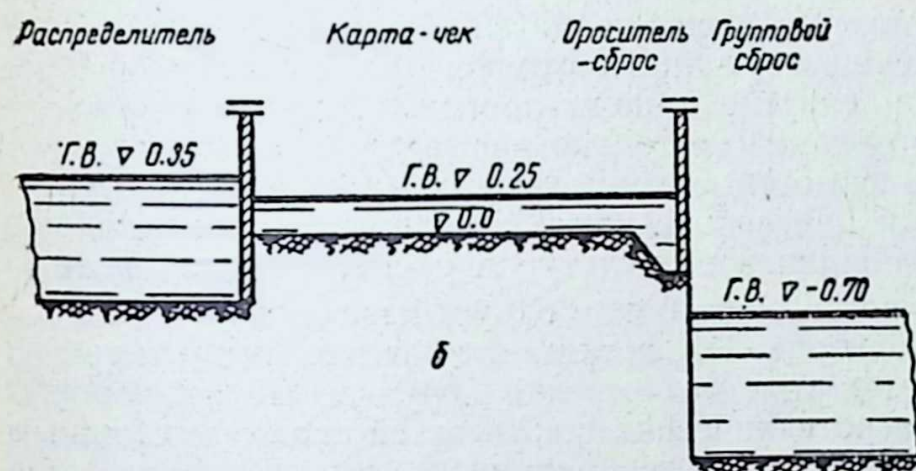
Таким образом, применение карт-чеков ведет к существенному снижению расчетных горизонтов в оросительной сети и повышению их в водоприемнике. Это даст возможность значительно увеличить площади, обеспеченные самотечной подачей воды и сбросом, что было использовано для строительства новой рисовой системы на площади 214 га в Красноармейском рисосовхозе.

Рисовую систему с картами-чеками можно легко приспособить для разведения культурного карпа.

При рыбоводстве на картах краснодарского типа на каждом чеке необходимо устраивать специальные канавки, что приводит к снижению КЗИ. На картах-чеках в устройстве таких канавок нет надобности: их роль выполняет ороситель-сброс.



а



б

8

Схема командования горизонтов:
а — карта краснодарского типа; б — карта-чек

Значительные потери оросительной воды на картах краснодарского типа происходят вследствие фильтрации с затопленных чеков и из картового оросителя в картовый сброс и прилегающую к торцу карты часть коллектора, а также из-за нерегулируемых утечек воды через многочисленные сооружения. С затопленной карты-чека потери могут быть только через одно сооружение в конце оросителя-сброса и в результате фильтрации по торцу карты в групповой сброс. Все же остальные потери воды исключаются.

В 1964 г. на двух картах краснодарского типа и двух картах-чеках производился учет подаваемой на них воды. При этом плановой проточности на этих картах не было. В результате оросительная норма для карт краснодарского типа оказалась равной 24 500 и 26 200 м³/га, а для карт-чеков — соответственно 17 520 и 16 370 м³/га.

Отсутствие поперечных валиков на карте-чеке позволяет вести все сельскохозяйственные работы на карте в целом, то есть на участке площадью примерно 20 га с длиной гона до 1 км. В 1963—1965 гг. нами были проведены хронометражные работы на картах-чеках и на обычных чеках различных размеров. Некоторые из результатов этих наблюдений представлены в таблице 3.

Таким образом, производительность труда при зяблевой вспашке на карте-чеке по сравнению с картой краснодарского типа возрастает на 12%, а при комбайнировании — на 24%.

Все большее применение при возделывании риса получает авиация — на севе риса, обработке гербицидами и при внесении удобрений. На обычных рисовых системах в этом случае засеваются и обрабатываются каналы, дороги и чековые валики.

Таблица 3

**Непроизводительные затраты рабочего времени при полевых работах
на картах с различной длиной рисовых чеков**

Вид работ	Потери рабочего времени (%) при разной длине гона (м)				
	200	400	600	800	1000
Зяблевая пахота	15,8	8,6	5,9	4,5	3,7
Прямое комбайнирование	34,0	24,4	14,7	12,5	10,1

При обслуживании карт-чеков авиацией потери семян, дорогостоящих гербицидов и удобрений, вносимых с самолета, снижаются на 4—8%.

Эксплуатация оросителя-сброса значительно проще и обходится дешевле эксплуатации существующих картковых оросительных и сбросных каналов. Нарезка и очистка канала производятся грейдером или канавокопателем, что позволяет не только засыпать и восстанавливать оросители-сбросы в зависимости от высеваемых на карте культур, но с небольшими затратами нарезать также временную дополнительную оросительную сеть для полива всех культур в рисовом севообороте.

Планировка поверхности карты под одну отметку даже при расположении ее вдоль горизонталей вызывает значительное увеличение объемов земляных работ и глубины срезки грунта. Планировочные работы без ухудшения агротехнических показателей стали возможными благодаря применению так называемой «кулисной» планировки, предложенной нами еще в 1934 г. [2]. Реальная возможность такой планировки представилась, однако, лишь теперь, когда водное хозяйство оснащено мощными землеройными машинами.

С 1964 г. «кулисная» планировка широко применяется на строительстве Кубанских рисовых систем. Сущность ее заключается в следующем. Пахотный слой на местах срезки и большой подсыпки почвогрунта предварительно сдвигается в валы — «кулисы», идущие на расстоянии

Таблица 4

**Стоимость строительства регулирующей сети различного типа
(по проекту системы Р-2 рисосовхоза „Прикубанский“)**

Вид работ	Стоимость работ, руб.			
	на карте краснодарского типа		на карте-чеке	
	на всю пло- щадь (141,5 га)	на 1 га	на всю пло- щадь (151,2 га)	на 1 га
Прокладка картковой оросительной и сбросной сети	14 200	100,4	2 522	16,7
Строительство гидротехнических со- оружений на карте	10 850	76,7	3 606	24,8
Сгребание пахотного слоя в „кулисы“ с последующим разравниванием . . .	1 770	12,6	3 010	19,9
Планировка поверхности	13 700	97,0	20 600	136,4
Всего	40 520	286,6	29 738	197,8

20 м один от другого. Затем скреперами производят необходимые земляные работы по срезке и насыпке грунта, после чего сохраненный в «кулисах» пахотный слой вновь разравнивают по поверхности поля. Планировка чеков при этом несколько удорожается, но зато сохраняется плодородие почвы независимо от глубины срезки грунта при планировке.

С увеличением объемов планировочных работ при устройстве карт-чеков отпадают земляные работы по устройству карт-чечек в насыпях и поперечных валиков, а также по строительству многочисленных железобетонных водовыпусков из оросителя в чек и из чек в сброс. Кроме того, малые размеры поперечного сечения оросителя-сброса позволяют значительно упростить конструкции головного и концевых сооружений на нем по сравнению с типами сооружений этого класса, применяемыми в настоящее время. В результате общие затраты на устройство карт-чеков часто оказываются меньшими, чем на строительство карт краснодарского типа (табл. 4).

Таким образом, устройство карт-чеков в данном случае обходится на 88 руб. 80 коп. на 1 га дешевле, чем карт краснодарского типа.

ВЫВОДЫ

Изложенный опыт проектирования, строительства и эксплуатации карт-чеков, а также теоретические соображения позволяют сделать следующие выводы:

1. Карты-чеки имеют ряд существенных преимуществ перед картами краснодарского типа, а именно:

— строительство карт-чечек и внутрикарт-чечек на рисовых системах удешевляется более чем на 30%;

— коэффициент земельного использования (КЗИ) повышается на 4—5%;

— затопление и просыхание карт-чеков происходят быстрее;

— на картах-чеках производительность сельскохозяйственных машин повышается на 10—20%;

— производительность труда поливальщика увеличивается не менее чем в 2 раза;

— создаются гораздо лучшие условия для автоматизации водораспределения;

— уменьшаются потери оросительной воды.

2. В условиях рельефа на Кубани карты-чеки можно применять более чем на 50% площади. Применение «кулисной» планировки позволяет устраивать карты-чеки при любом равнинном рельефе.

3. Устройство оросителя-сброса, заравниваемого при возделывании других культур, входящих в рисовый севооборот, легко осуществимо и обходится дешево. Применяя карты-чеки, можно нарезать временную оросительную сеть в соответствии с требованиями возделываемой культуры.

4. Вопрос о применении карт-чеков в районах, опасных по засолению, требует дополнительного исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Витте П. А. Схема рациональной рисовой ирригационной системы в части мелкой и мельчайшей сети. «Труды Всесоюзной центральной станции рисового хозяйства» № 1, Краснодар, 1933.
2. Зайцев В. Б. Планировка орошаемых площадей как один из приемов борьбы с засолением. «Бюллетень ВНИИГиМ» № 3, 1934.
3. Зайцев В. Б. Рисовая оросительная система. Изд-во «Колос», М., 1964.
4. Попель С. Г. Временные оросительные системы для выращивания риса при затоплении. Журн. «Гидротехника и мелиорация» № 1, 1952.

5. Семенов А. Н. Некоторые вопросы формирования режима грунтовых вод на рисовых оросительных системах низовий Кубани. Журн. «Гидротехника и мелиорация» № 7, 1964.
6. Скрипчинская Л. В. Рациональная оросительная система для культуры риса при постоянном затоплении. Журн. «Гидротехника и мелиорация» № 3, 1950.
7. Шумаков Б. А., Скрипчинская Л. В. Переход на новую оросительную систему для культуры риса при затоплении. Журн. «Гидротехника и мелиорация» № 4, 1952.

Канд. с.-х. наук Н. Л. МОРОЗОВ
(г. Ташкент)

626.811

Артезианское орошение в Узбекистане

■ БОЛЬШИМ резервом для получения гарантированных урожаев сельскохозяйственных культур является использование подземных вод на орошение. В настоящее время в Советском Союзе подземными водами поливается примерно 11% всей орошаемой площади.

На Украине в 1964 г. из 241 тыс. га орошаемых земель 64 тыс. га поливались из артезианских скважин, в том числе 40,2 тыс. га в Крыму. В Крас-

ногвардейском районе, Крымской области, колхоз «Дружба народов» орошает водой из артезианских скважин более 1500 га, колхоз «Россия» — более 1200 га.

Особенно большое значение имеет использование подземных вод в пустынных и полупустынных областях республик Средней Азии и Казахстана, где без орошения практически невозможно получать удовлетворительные урожаи сельскохозяйственных культур, а возможности его за счет поверхностных источников воды весьма ограничены. Однако имеющиеся в этих республиках запасы подземных вод используются для орошения пока очень слабо. В Узбекской ССР суммарный отбор подземных вод на водоснабжение и орошение также мал и не превышает 10% всех выявленных запасов [7].

Причинами слабого использования подземных вод, как считают У. И. Ахмедсафин и Ж. Садыков, являются недостаточная изученность их, а также нерешенность ряда организационных вопросов, связанных со строительством и эксплуатацией каптажных сооружений [1].

Использование подземных вод на орошение в пустынной зоне сдерживается в большой степени специфическими почвенно-климатическими условиями и неправильной практикой — механическим перенесением туда элементов системы земледелия, разработанной для почв культурной зоны.

За последнее десятилетие в Узбекистане проведены работы по созданию оазисного орошения в пустыне, в результате которых накоплен некоторый опыт, позволяющий дать рекомендации производству по использованию подземных вод на орошение [3, 8, 10, 11].

В зоне пустынных и полупустынных пастбищ республики запасы самоизливающихся подземных вод достаточны для полного удовлетворения нужд развивающегося овцеводства [4, 7]. По предварительным

подсчетам, в этой зоне в течение вегетационного периода возможен отбор фонтанирующей воды в объеме, обеспечивающем орошение площади до 25—30 тыс. га.

В настоящее время в каракулеводческих хозяйствах республики насчитывается более 4 тыс. га земель, орошаемых подземными водами. В ближайшем будущем народнохозяйственным планом предусмотрено в районах овцеводства подготовить и освоить под посевы до 10 тыс. га новых земель, орошаемых водой из артезианских скважин.

Работы по использованию подземных вод для выращивания сельскохозяйственных культур в зоне пустынных пастбищ проводятся в Узбекистане с 1952 г. Весь комплекс работ по мелиоративной подготовке земель артезианского орошения в республике сосредоточен в одной организации — Пастбищно-мелиоративно-строительном тресте Министерства сельского хозяйства УзССР. Специальная (Минбулакская) проектно-изыскательская экспедиция треста выполняет проектные и изыскательские работы, а областные строительно-монтажные управления производят бурение скважин, планировку земель, строительство бетонированных каналов и других ирригационных сооружений, а также посадку полезащитных лесных полос.

Минбулакская экспедиция на протяжении более 10 лет проводит исследовательские и опытные работы по разработке агро-мелиоративного комплекса применительно к суровым почвенно-климатическим условиям пустыни. Значительный опыт освоения пустынных земель накоплен также в каракулеводческих совхозах, имеющих специализированные полеводческие отделения, выращивающие кормовые культуры на базе артезианского орошения.

После бурения в пустыне первых скважин, давших самоизливающуюся воду, возникла мысль о создании так называемого мелкооазисного орошения на базе устройства сети одиночных скважин. Размер орошаемого участка в этом случае лимитировался дебитом той или другой скважины, в среднем составляя 25—30 га. Произведенные на мелких участках такого оазисного орошения посевы кормовых и овощебахчевых культур, а также посадка древесных пород дали удовлетворительные результаты. Во многих точках пустыни возникли зеленые островки.

В дальнейшем, однако, стало ясно, что это неправильный путь. На мелких, удаленных друг от друга участках орошения трудно было обеспечить высокий уровень агротехники и механизации, внедрить правильный режим орошения и прогрессивную технику полива. На них преобладала самая примитивная система орошения по мелким «чекам», причем планировка поверхности почти не производилась. При этих условиях коэффициенты использования земли и воды, а также производительность труда в орошаемом земледелии были весьма низкими. Низкий уровень культуры земледелия и отсутствие коллекторно-дренажной сети привели к резкому ухудшению мелиоративного состояния орошаемых участков. Мелкооазисные участки имели обычно чисто подсобный, потребительский характер, состояние и продуктивность которых в значительной степени зависели от личной инициативы работников, занятых их освоением. Здесь больше внимания обращалось на выращивание дынь и арбузов, кормовые же культуры отходили на второй план.

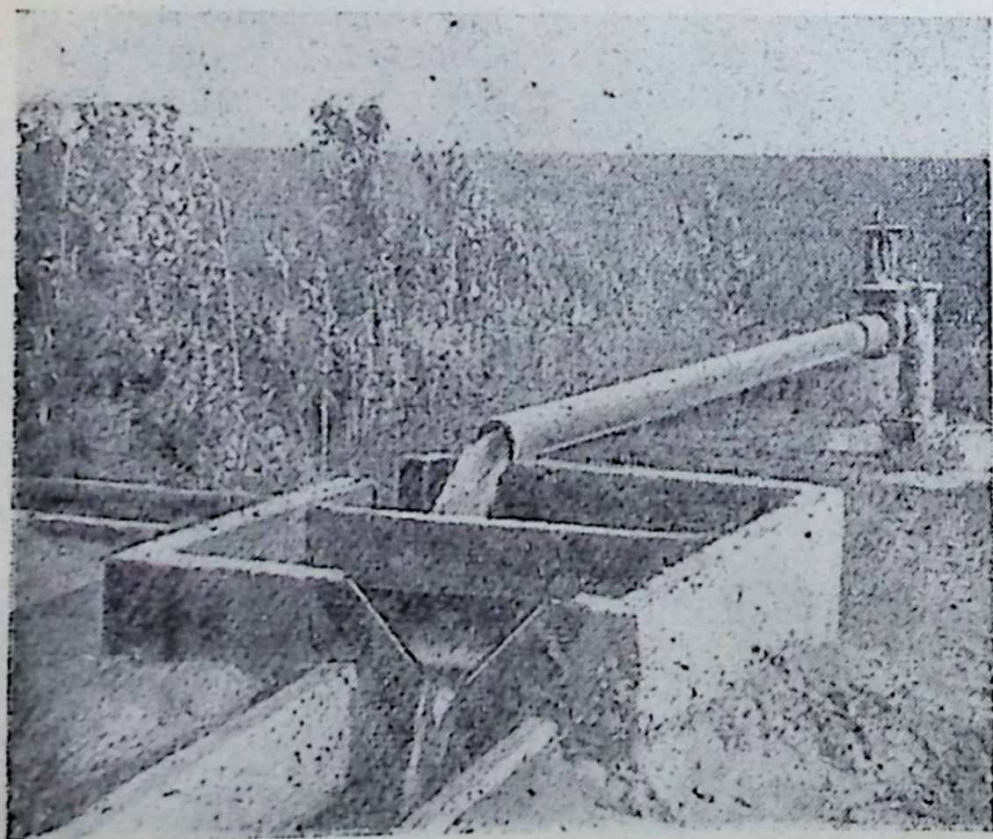
По этим причинам в Узбекистане отказались от создания мелких оазисных орошаемых участков и перешли к строительству сравнительно крупных орошаемых массивов — порядка 300—700 га, на которых организуются специализированные бригады по производству кормов или

полеводческие отделения. В связи с этим потребовалось создание в Кызыл-Кумах крупных групповых водозаборов подземных вод. Многие вопросы в этом новом деле приходится решать впервые, на ходу, в процессе строительства и эксплуатации скважин. К ним относятся вопросы оптимального размера группового водозабора, расположения скважин, их конструкций и режима работы. Опыт показал, что в условиях артезианских бассейнов Кызыл-Кумов можно создавать групповые водозаборы, обеспечивающие одновременный расход воды от 0,5 до 1 м³/сек.

Исследования С. Ш. Мирзаева (институт «Гидроингео», Ташкент) показали, что режим эксплуатации самоизливающихся скважин в групповых водозаборах (например, водозабор в урочище Кызыл-Кесык, Карагатинского бассейна), соответствующий режиму водопотребления для целей орошения, исключает снижение их статических уровней, а следовательно, и расходов. Режим этот следующий. С 15 марта по 15 мая забирается расход воды, равный 50% максимального расхода, с 16 мая по 15 сентября — максимальный расход, с 16 сентября по 1 ноября он вновь сокращается до половины максимального, а с 1 ноября до середины марта водозабор во всех скважинах сокращают до технически возможного предела — 0,5—2,0 л/сек, чтобы зимой не разморозить оголовки скважины.

Скважины на орошаемом массиве размещают так, чтобы почти полностью исключить необходимость строительства холостых, не привязанных к орошаемой площади каналов. Наиболее целесообразным оказалось линейное расположение скважин с расстоянием между линиями 1000 м и между отдельными скважинами не меньше 300 м. В случаях, когда имеется возможность эксплуатировать одновременно два водоносных горизонта, расстояние между скважинами может быть уменьшено до 150 м. Скважины, забирающие воду из одного и того же горизонта, в этом случае располагают через одну. В некоторых местах выявлена возможность создания батарей из 2—3 скважин, забирающих воду из разных горизонтов.

Скважины устраивают одноколонной конструкции с посадкой фильтров в обсадную колонну. Затрубное пространство на участке от фильтра до дневной поверхности цементируют, обеспечивая этим са-



Артезианская скважина с задвижкой в госплемзавод «Мубарек» (Узбекская ССР)

мым крановый режим скважины. Оголовки оборудуют задвижкой «Лудло». Наиболее распространенный диаметр обсадных труб 155 мм (рис. 1).

Эксплуатация самоизливающихся скважин показала, что оголовки и задвижки, выполненные из металла, весьма недолговечны: от воздействия минерализованной воды они подвергаются коррозии. Избежать этого можно, применяя для водорегулирующих устройств и оголовков пластмассовые материалы. Однако практически этот вопрос еще не решен.

В связи с необходимостью закрывать скважины на зимний период конструкцию оголовка следует изменить, сделав его утепленным. Практика показала, что оставление на зиму малых расходов из скважины не дает должного эффекта — в случае повреждения задвижки вода бесполезно фонтанирует всю зиму, что приводит к сработке статического уровня и снижению дебита скважины.

Вода из скважины подается непосредственно на орошаемые участки. Оросительная сеть состоит только из участковых распределителей и временных оросителей. Из-за большой водопроницаемости пустынных песчаных и супесчаных почв потери воды на фильтрацию в земляных каналах (при среднем расходе, подаваемом в канал, $Q = 30$ л/сек) составляют от 50 до 100% расхода на 1 км канала. Для устранения этих потерь дно и откосы участковых распределителей приходится бетонировать и по возможности сокращать протяженность временных оросителей или заменять их переносными (гибкими или разборными) трубопроводами.

Опыт проектирования и строительства показал, что средняя протяженность бетонированных каналов на создаваемых в Кызыл-Кумах орошаемых массивах равна 37 м/га. Удельный расход бетона составляет 4,44 м³ на гектар орошаемой площади.

Строительство бетонированных каналов в зоне пустыни связано со значительными трудностями вследствие отсутствия в местах строительства инертных материалов нужного качества и пресной воды, а также из-за больших расходов по доставке инертных материалов. Кроме того, эксплуатация открытой оросительной сети осложняется тем, что каналы постоянно заносятся песком и на их очистку приходится затрачивать значительные средства. Существенным недостатком открытой сети является то, что она исключает возможность использования естественного напора воды в скважинах для механизации полива.

В настоящее время, когда промышленность начала выпускать полиэтиленовые трубы больших диаметров, увеличено производство асбоцементных и налаживается изготовление армоцементных труб с использованием в качестве наполнителя барханного песка, открываются большие возможности для строительства закрытых оросительных систем.

Первая самонапорная закрытая оросительная система построена и эксплуатируется на полях Минбулакской экспедиции.

Средняя стоимость подготовки 1 га земель артезианского орошения в настоящее время составляет 876 руб., из них 35% расходуется на устройство водозабора, 27% — на строительство оросительной сети, 25% — на планировочные работы и 13% — на защитные лесные насаждения. Срок окупаемости затрат на орошение при современном уровне урожайности 3—4 года, в дальнейшем он сократится до 2 лет.

Освоение легких, подверженных водной и ветровой эрозии и склонных ко вторичному засолению почв — дело совершенно новое, в котором многие детали еще не решены, однако основные элементы агромелиоративного комплекса уже ясны [8].

В первые же годы перед освоителями пустынных земель встала непреодолимая, на первый взгляд, проблема — склонность пустынных почв к вторичному засолению. Как известно, вторичное засоление почв происходит на плохо дренированных землях при поднятии уровня грунтовых вод выше критического (в Кызыл-Кумах он равен 1,2—1,5 м).

В условиях артезианского орошения в зоне пустыни подъем уровня грунтовых вод и заболачивание земель происходили в основном по той причине, что скважины не переведены на крановый режим, и вода изливалась круглый год, заболачивая прилегающие территории. Заболачиванию и засолению земель способствовали также весьма сильная фильтрация воды из земляных каналов и ненормированные, беспорядочные поливы, практиковавшиеся на мелких оазисных участках. Заболачивались в основном массивы с близким к поверхности земли залеганием водоупорных пород и участки, расположенные в понижениях (урочища «Балакарак» и «Карагата» совхоза «40 лет Октября», урочище «Акса́й» госплемзавода «Кенимех» и др.).

С переходом на строительство крупных орошаемых массивов был осуществлен комплекс мероприятий по предотвращению заболачивания полей: изменена конструкция скважин, они были оборудованы задвижками, участковые распределители бетонированы, протяженность временных оросителей уменьшена, проложены коллекторы.

Однако опыт освоения пустынных земель показал, что заболачивание — не единственная причина вторичного засоления почв. Этому способствуют также поливы минерализованной водой. Исследованиями, проведенными В. М. Легостаевым во Всесоюзном н.-и. институте хлопководства, установлено, что при поливах минерализованной водой с нормами, соответствующими дефициту влаги корнеобитаемого слоя почвы, в последнем неизбежно будет происходить накопление солей [6].

Наблюдения показали, что на хорошо дренированных участках применение повышенных поливных норм обеспечивает лучшее развитие растений. Объясняется это тем, что при больших поливных нормах снижается концентрация солей в почвенном растворе и, благодаря высокой воропроницаемости песчаных почв, происходит вынос солей в более глубокие горизонты, за пределы основной массы корней.

Проведенные на полях Минбулакской экспедиции опытные поливы люцерны и других культур разными нормами подтвердили необходимость установления промывного режима при орошении минерализованной водой. Так, в течение 1962 и 1963 гг. был проведен опыт полива люцерны тремя разными нормами: расчетной, соответствующей дефициту влаги в горизонте распространения основной массы корней ($700 \text{ м}^3/\text{га}$), выше расчетной нормы и нормой ниже ее (900 и $500 \text{ м}^3/\text{га}$). Полив производили минерализованной водой с содержанием плотного остатка 3 г/л ($\text{Cl}' - 0,525 \text{ г/л}$, $\text{SO}_4'' - 1,415 \text{ г/л}$).

При поливе нормами 700 и $500 \text{ м}^3/\text{га}$ наблюдалось накопление солей в верхнем горизонте почвы, а при поливной норме $900 \text{ м}^3/\text{га}$ количество солей в 80-сантиметровом слое почвы уменьшилось на 13%. Наиболее высокий урожай сена люцерны был получен при поливе нормой $900 \text{ м}^3/\text{га}$ (табл. 1).

Глубина залегания грунтовых вод во время опыта колебалась в пределах 185—220 см, минерализация их колебалась в пределах от 10,8 до 12,9 г/л (по плотному остатку) в первый год опыта и от 10,6 до 16,5 г/л в конце второго года (табл. 1). Дренаж обеспечивался двумя коллекторами.

Таблица 1

Влияние величины поливной нормы на урожай и засоление почвы

Поливная норма, м ³ /га	Урожай сена люцерны, ц/га		Слой почвы, см	Количество солей в почве, т/га			Динамика со- лей, %	Общая минерали- зация грунтовой воды, г/л	
	1962 г.	1963 г.		перед началом поливов в 1962 г.	внесено с поливной водой за 2 года	в конце вегетации 1963 г.		1962 г.	1963 г.
900	88	93	0—30 0—80	22,4 49,8	64,5	19,7 43,2	—12 —13	12,9	16,5
700 (расчетная норма)	63	68	0—30 0—80	22,4 49,8	54,6	25,6 46,9	+14 — 6	12,3	12,1
500	51	54	0—30 0—80	22,4 49,8	43,5	31,8 49,8	+42 ± 0	10,8	10,6

Материалы полевых опытов Минбулакской экспедиции на пустынных песчаных почвах соответствуют в основном результатам вегетационных опытов Т. П. Крюгера в Институте почвоведения Узбекской ССР. Им было установлено, что поливы минерализованной водой без фильтрационного стока вызывают соленакопление в верхних горизонтах почвы при содержании в воде 1 г/л солей в случае хлоридного и сульфатно-хлоридного характера засоления и при содержании солей 2 г/л в случае сульфатного засоления. Однако даже при 6—10% фильтрационного стока от величины водоподачи обеспечивался вынос из легкосуглинистого серозема до 80% хлоридов и сульфатов, поступавших с оросительной водой [5].

Приведенные данные позволяют сделать вывод, что главнейшими мелиоративными мероприятиями по предотвращению вторичного засоления почвы на массивах артезианского орошения в Кызыл-Кумах является устранение причин, вызывающих поднятие уровня грунтовых вод, и установление поливных норм, при которых происходит фильтрационный сток части поливной воды. Это обеспечивается следующими мероприятиями:

- подачей воды только в поливной период, что требует перевода скважин на строгий крановый режим;
- ликвидацией потерь воды на фильтрацию из каналов путем бетонирования всех постоянных оросителей или замены их трубами;
- устройством коллекторно-дренажной сети в местах, где близко к поверхности залегают водоупорные породы;
- планировкой поверхности полей, обеспечивающей равномерный полив;
- установлением промывного режима полива, исключающего соленакопление в верхних горизонтах почвы.

Значительные трудности при выращивании сельскохозяйственных культур на пустынных песчаных и супесчаных почвах возникают из-за их низкой полевой влагоемкости (в среднем 11%), что вызывает необходимость частых поливов. Этот недостаток в некоторой степени компенсируется тем, что запас продуктивной влаги в этих почвах относительно высок — 77—86% от полевой влагоемкости (влажность завядания равна 1,5—2,5%).

Для установления оптимальных условий увлажнения корнеобитаемого горизонта были испытаны способы выращивания культур с различной влажностью почвы. При этом оказалось, что наибольшие урожаи люцерны и других кормовых культур получаются при проведении поливов в момент падения влажности почвы до величины двойного коэффициента завядания, то есть примерно до 50% от предельной полевой влагоемкости.

Многолетние наблюдения за динамикой влажности почвы под различными культурами позволили определить продолжительность периода от полива до момента падения влажности почвы до 50% от предельной полевой влагоемкости (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Продолжительность межполивного периода, дней

Культура	Март — апрель	Май — июнь	Июль — август	Сентябрь — октябрь
Люцерна в год посева:				
весенний сев	8—10	10—12	8—10	15—20
летний сев	—	—	5	10—15
Люцерна в последующие годы	20—30	15—20	12—18	20—25
Джугара, кукуруза, суданка:				
апрельского сева	15	15—27	18—20	25—30
майского сева . . .	—	10—18	18—20	25—30
июльского сева . .	—	8—10	15—18	25—30

Примечание: Поливы в марте и апреле проводятся в зависимости от состояния погоды.

Исследованиями Минбулакской экспедиции и обобщением практического опыта установлены пределы агрономической солеустойчивости выращиваемых культур, что позволило пересмотреть показатели степени засоленности почвы, механически перенесенные из хлопковой зоны. Так, при проектировании мелиорации засоленных почв принималось (по А. Н. Костякову), что земли, содержащие 0,02—0,03% хлора, подлежат промывке с целью сокращения содержания хлора в метровом слое почвы до 0,01%.

Как показали результаты полевых опытов и изучение производственной практики, для обеспечения хороших всходов и дальнейшего развития люцерны и суданки необходимо, чтобы в верхнем 5-сантиметровом слое почвы хлора содержалось не больше 0,015%, в пахотном слое — не больше 0,025%, в нижележащих горизонтах, до глубины 80 см, хлора может содержаться до 0,035%. Содержание хлора больше 0,035% в горизонтах почвы ниже 80 см при соблюдении правильного режима орошения и нормальной дренированности поля вредного влияния на развитие выращиваемых культур практически не оказывает. Солеустойчивость местных сортов сорго (джугары), проса, озимого ячменя и ржи еще большая. Они дают высокие урожаи при содержании хлора в пахотном горизонте до 0,035%.

Установление реальных пределов солевыносливости растений для конкретных условий позволило существенно сократить объемы работ и упростить приемы освоения пустынных земель. На вновь осваиваемых землях содержание хлора в метровой толще значительно выше 0,035%, но в верхних горизонтах оно обычно меньше 0,025% или близко к этой величине. Это позволяет проводить посев кормовых культур после ранневесеннего влагозарядкового полива, который обеспечивает опреснение

пахотного горизонта. В процессе дальнейших вегетационных поливов при условии промывного режима орошения обеспечивается опреснение подпахотных горизонтов.

Из-за большой водопроницаемости и размываемости почв пустыни на таких землях совершенно неприменима техника полива, разработанная для условий почв хлопковой зоны.

Для применения на полях с возделыванием культур сплошного сева (люцерна, суданка и др.) разработан метод полива по полосам. Ширина полос кратна ширине посевных и уборочных машин, чаще всего ее принимают равной 10,8 м (три прохода сеялки и жатки, пять проходов косилки). На хорошо спланированных полях под люцерну ширину полос увеличивают до 12,6 м, что обеспечивает уборку полосы за два прохода сцепа из трех косилок.

На полосах с уклонами 0,003—0,006 при подаче 3 л/сек воды на 1 м ширины полосы поливная норма равна 850—950 м³/га (при добеge воды на 50 м).

Производительность труда двух поливальщиков при ширине полосы 10,8 м и одновременной подаче на полосу расхода 32—33 л/сек равна 0,76 га за смену (7 часов). При ширине полосы 12,6 м и подаче расхода примерно 50 л/сек производительность возрастает до 0,88 га.

Увеличение длины полосы неизбежно приводит к неравномерному увлажнению почвы и непроизводительному перерасходу оросительной воды. Опыты Минбулакской экспедиции показали, что при увеличении длины полосы до 100 м поливная норма возрастает до 1500—1900 м³/га. Если при этом количество впитавшейся в почву воды на первой дециметровке принять за 100%, то в середине полосы ее впитывается меньше на 25%, а в конце — на 75%. При общем перерасходе воды, вылитой на полосу длиной 100 м, на последних 20 м почва увлажняется всего на 45—50 см.

При поливе пропашных культур по бороздам (рис. 2) ширина междурядий не должна превышать 50 см, так как боковая фильтрация на песчаных почвах не превышает 25 см. Поливная норма 850 м³/га (необходимая при поливе сорго и кукурузы) может быть обеспечена на бороздах со средним уклоном 0,006—0,007 при условии подачи в борозду расхода 0,5 л/сек (при добеge воды на 35 м). При расходе в борозду 0,37 л/сек норма полива 850 м³/га выливается при длине борозды 25 м. С увеличением длины борозды до 50 м и подаче 0,5 л/сек поливная норма возрастает до 1000 м³/га, а при подаче 0,37 л/сек — до 1600 м³/га.

На основании этих данных можно сделать вывод о наиболее целесообразных показателях элементов техники полива песчаных почв по



2

Полив по бороздам из гибкого трубопровода (пос. Артезианский, 1965 г.)

бороздам: расход в борозду 0,5 л/сек, длина борозды 35—50 м. Уменьшение расхода, подаваемого в борозду, так же как и увеличение длины борозды, вызывает непроизводительный перерасход воды.

Производительность труда двух поливальщиков на поливе по бороздам при подаче во временный ороситель расхода не менее 30 л/сек и в борозду 0,5 л/сек составляет 0,88 га за смену.

Повысить производительность труда на поливе можно за счет увеличения расхода воды, подаваемой в распоряжение поливальщика. Однако на легких песчаных почвах даже два поливальщика не в состоянии справиться с расходом более 30 л/сек, если вода подается на поле по оросителям в земляном русле. Замена таких оросителей гибкими трубопроводами позволяет, как показали опыты, подавать на поле повышенные расходы порядка 50—60 л/сек, что в два раза увеличивает производительность труда.

Десятилетний опыт орошения земель с легкими песчаными почвами за счет артезианских вод показал, что при поверхностном поливе временные оросители и выводные борозды размываются. Незначительные неровности орошаемого участка (1—3 см при уклонах 0,003—0,005) приводят к неравномерному увлажнению почвы и значительному перерасходу оросительной воды. Даже при наиболее совершенных способах подачи воды от скважины к орошаемому участку (закрытая сеть) и распределении ее по полям с помощью разборных и гибких трубопроводов практически трудно обеспечить регулирование поливных норм в соответствии с потребностью сельскохозяйственных культур в разные фазы их развития и с учетом водно-физических свойств почвы. Производительность труда поливальщиков при поверхностном орошении легких песчаных почв ниже аналогичных показателей для хлопковой зоны. При нехватке рабочей силы в пастбищной зоне это нередко является причиной неудовлетворительного освоения земель артезианского орошения.

Полив дождеванием в значительной степени устраняет эти трудности. Помимо экономного и равномерного расходования воды — повышения коэффициентов использования воды (КИВ) и земли (КЗИ) — и более высокой производительности труда, дождевание коренным образом меняет условия произрастания выращиваемых культур, способствуя усилению фотосинтеза у растений, уменьшению восходящих токов капиллярно-грунтовых вод (это особенно важно на засоленных почвах и при поливах минерализованной водой) и улучшению условий аэрации почв. Это ведет к повышению урожая [9].

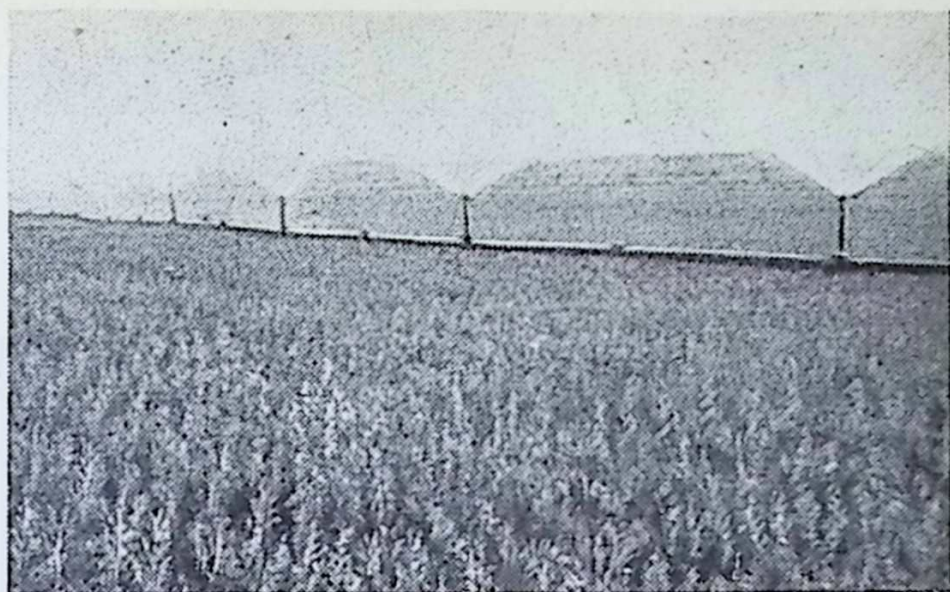
В условиях артезианского орошения полив дождеванием (рис. 3) имеет особые преимущества. Дождевальные установки работают от естественного напора скважин (напор самоизливающихся скважин 30—45 м), что упрощает и удешевляет их эксплуатацию.

Опытное поле Минбулакской экспедиции площадью около 10 га, на котором с 1961 г. проводится полив люцерны с помощью дождевальной установки КДУ-55М, представляет собой типичный участок пустыни с песчаной почвой. С глубины 80—90 см начинается гипсовый горизонт. Содержание физической глины в пахотном и нижележащих горизонтах не превышает 7—8%. Объемный вес почвы в метровом слое равен 1,54 г/см³. Предельная полевая влагемкость не превышает 11% (к весу сухой почвы). Высота капиллярного поднятия 83—85 см. Почва слабо засолена (плотный остаток — 0,5—0,7%). Поливная вода имеет хлоридно-сульфатную минерализацию.

В 1961 г. поле было засеяно люцерной, которая пятый год дает высокие урожаи. Мелиоративное состояние поля, несмотря на полив

3

Полив люцерны с помощью установки КДУ-55М, питающейся водой из артезианской скважины (пос. Артезианский, Узбекской ССР)



минерализованной водой в течение продолжительного времени, не ухудшилось. Суммарное содержание легкорастворимых солей в пахотном и подпахотном горизонтах весной 1965 г. не превышало 0,559%, содержание Cl' — $0,012 \div 0,015\%$, SO_4'' — $0,117 \div 0,334\%$.

В год посева люцерны первые три полива дождеванием давали нормой $400 \text{ м}^3/\text{га}$, остальные — $900 \text{ м}^3/\text{га}$. Всего было проведено 14 поливов. Средний урожай сена за три укоса был $46 \text{ ц}/\text{га}$. В последующие годы люцерну поливали нормой $900 \text{ м}^3/\text{га}$. За сезон давали 9—11 поливов. Средний урожай сена на второй год после сева за 4 укоса составил $105 \text{ ц}/\text{га}$, на третий и четвертый годы за 5 укосов было собрано в среднем по $155 \text{ ц}/\text{га}$. При поливе по полосам урожай сена люцерны не превышал $100 \text{ ц}/\text{га}$, в среднем он был равен $75\text{—}80 \text{ ц}/\text{га}$.

Пятилетний опыт эксплуатации дождевальной установки показал, что ее вполне может обслужить один рабочий. От скважины с напором 35 м и расходом 35 л/сек к границе поля вода подается по трубопроводу. Здесь по гидрантам вода поступает в переносные транспортирующие трубопроводы, входящие в комплект дождевальной установки, и далее в дождевальные крылья с 15 насадками. Сменная выработка одного человека при дождевании равна $0,84 \text{ га}$.

В 1965 г. был произведен опыт увеличения производительности дождевальной установки КДУ-55М. От двух скважин в систему был подан расход до 40 л/сек, что обеспечило одновременную работу двух дождевальных крыльев с 10 насадками на каждом, то есть одновременно поливалась площадь $0,2 \text{ га}$. При стоянке на одной позиции 75 минут (для подачи нормы $900 \text{ м}^3/\text{га}$) была достигнута сменная производительность поливальщика $1,12 \text{ га}$.

Многие скважины в Кызыл-Кумах имеют напор до 45 м и расход более 60 л/сек. Это позволяет подключать к ним одновременно два комплекта дождевальных установок КДУ-55М. В этом случае одновременно будут работать два дождевальных крыла по 15 насадок, которые также сможет обслужить один человек. Площадь, поливаемая с одной позиции, будет равна $0,3 \text{ га}$, а сменная выработка поливальщика — $1,68 \text{ га}$.

Орошение земель в зоне пустынных пастбищ позволяет хозяйствам организовать производство кормов и улучшить бытовые условия населения, занятого на обслуживании животных.

На землях артезианского орошения при обеспечении необходимых



4

Орошаемое поле люцерны в совхозе «Мубарек», Узбекской ССР (1964)

мелиоративных мероприятий и высокой агротехники получают устойчивые урожаи зеленой массы сорго и кукурузы (400—600 ц/га), сена суданки (70—100 ц/га), озимой ржи и ячменя на сено (до 75 ц/га). Успешно выращиваются кормовые арбузы и корнеплоды. Вполне удовлетворительные урожаи дают столовые арбузы и дыни (до 200 ц/га), выращиваются морковь и лук, столовая свекла, томаты. Высокие урожаи дает виноград, удовлетворительно плодоносят персики, урюк, алыча. Хорошо растут древесные породы в полезащитных и озеленительных посадках: тал, серебристый тополь, туранга, карагач, гледичия, шелковица, акация, лох и др.

Благодаря использованию подземных вод на орошение в зоне пустынных пастбищ возникают благоустроенные, озелененные населенные пункты и хозяйственные центры.

На пустынных пастбищах Бухарской области, в ряде каракулеводческих совхозов, созданы относительно крупные участки земель артезианского орошения. Так, в совхозе «40 лет Октября» имеется три участка: Балакарак (65 га), Карагата (100 га) и Кызыл-Кесык (площадью более 400 га). В совхозе «Аяккудук» создан один массив орошения площадью 225 га, в совхозе «Кенимех» — 250 га. В совхозе «Мубарек», Кашкадарьинской области, из артезианских скважин поливается 270 га люцерны (рис. 4). В совхозе имени Карла Маркса, Каракалпакской АССР, кормовые культуры выращиваются на площади 240 га.

Опыт Узбекистана показывает, что развитие орошаемого земледелия на базе артезианских скважин имеет большую перспективу, позволяет укрепить кормовую базу овцеводства и улучшить бытовые условия тружеников на пустынных пастбищах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахмедсафин У. М. Ресурсы подземных вод Южного Казахстана и перспективы их хозяйственного использования. Сборник «Научное совещание по комплексному использованию земель и водных ресурсов республик Средней Азии и Южного Казахстана». Ташкент, 1962.
2. Иванов В. Ф. Способ затрубной цементации колонны обсадных труб при бурении артезианских скважин на воду. Журн. «Гидротехника и мелиорация» № 6, 1959.
3. Иванов В. Ф., Морозов Н. Л. Артезианское орошение на пастбищах Узбекистана. Журн. «Овцеводство» № 11, 1960.
4. Кенесарин Н. А. Ресурсы подземных вод Узбекистана и пути их практического использования. Сборник «Научное совещание по комплексному использованию земельных и водных ресурсов республик Средней Азии и Южного Казахстана». Ташкент, 1962.
5. Крюгер Т. П. Использование для орошения минерализованных вод с высоким содержанием солей натрия. Сборник «Всесоюз. научно-техн. совещание по использованию подземных вод и искусственному пополнению их запасов». Изд-во «Наука», М., 1964.
6. Легостаев В. М. Об использовании вод повышенной минерализации на орошение. Госиздат УзССР, Ташкент, 1961.
7. Мирзаев С. Ш. Запасы подземных вод и их размещение на территории Узбекской ССР. Сборник «Всесоюз. научно-техн. совещание по использованию подземных вод и искусственному пополнению их запасов». Изд-во «Наука», М., 1964.
8. Морозов Н. Л. Состояние и перспективы развития артезианского орошения в зоне пустынь Узбекистана. Сборник «Влияние орошения на вторичное засоление, химический состав и режим подземных вод». Изд-во «Наука», М., 1964.
9. Москальцов П. П. Теоретические основы внедрения дождевания в Голодной степи. Сборник «Влияние орошения на вторичное засоление, химический состав и режим подземных вод». Изд-во «Наука», М., 1964.
10. Свиначев В. И. Поливы солеными артезианскими водами при возделывании кормовых культур в Юго-Западных Кызыл-Кумах. Журн. «Гидротехника и мелиорация» № 12, 1964.
11. Соколов Б. И. Об использовании подземных вод для водоснабжения и орошения. «Известия АН УзССР» № 3, 1955.

Инж. Ф. Ш. МУХАМЕДЖАНОВ
(г. Ташкент)

626.823.45

Расчет промывки подпертых бьефов и отстойников

■ НАИБОЛЕЕ дешевым и действенным способом удаления наносов из подпертых бьефов и отстойников является гидравлическая промывка, до настоящего времени редко применяемая на практике. Объясняется это тем, что для гидравлической промывки требуются сравнительно большой промывной расход и возможность увеличения скорости потока (последнее достигается снижением горизонта воды в подпертом бьефе или увеличением расхода)

и отчасти тем, что при строительстве сооружений не предусматриваются промывные отверстия.

Процесс гидравлической промывки, связанный со многими влияющими на него факторами, изучен очень слабо. Разработанные для плоской задачи методы расчета промыва (проф. И. И. Леви и канд. техн. наук А. М. Мухамедов — для условий промывки подпер-

тых бьефов и каналов и проф. А. Г. Хачатрян — для условий промывки ирригационных отстойников) сложны и дают результаты, отличающиеся друг от друга.

В целях получения более простых и в то же время достаточно точных расчетных формул по гидравлической промывке нами были выполнены теоретические разработки и проведены модельные исследования процесса промывки. В работе были использованы данные натурных наблюдений за промывкой подпертых бьефов плотины ЗАГЭС, Газалкентского и Кампырраватского гидроузлов, Термезского и Куль-Арыкского отстойников и данные модельных исследований канд. техн. наук А. М. Мухамедова и М. Б. Селяметова.

При выводе расчетных зависимостей учитывались только основные факторы, сильно влияющие на промывку. Это позволило получить весьма простые расчетные формулы, имеющие вид: *

для определения длины участка промывки l , м:

$$l = A_1 h_c^{0,246} Q^{0,275} t^{0,377} \quad (1)$$

и для определения объема смываемых наносов W , м³:

$$W = \epsilon A_2 h_c^{1,132} Q^{0,79} t^{0,433} \quad (2)$$

Здесь Q — промывной расход, м³/сек;

t — время промывки сек;

$$\epsilon = \frac{V_{\text{заил}}}{V_{\text{пол}}}, \text{ где}$$

$V_{\text{заил}}$ — объем заиления подпертого бьефа или отстойника, м³;

$V_{\text{пол}}$ — полный объем подпертого бьефа или отстойника за вычетом объема, занимаемого потоком при его устойчивом протекании, м³;

h_c — относительное снижение горизонта воды при промывке (м), определяемое по зависимости:

$$h_c = \text{НПГ} - \text{ПГВ} + H_6 - H_{\text{фор}}, \quad (3)$$

где НПГ — нормальный подпертый горизонт воды, при котором происходит заиление (занесение) подпертого бьефа или отстойника;

ПГВ — горизонт воды в подпертом бьефе или отстойнике, поддерживаемый при промывке;

H_6 — средняя глубина потока при пропуске промывного расхода, м;

$H_{\text{фор}}$ — средняя глубина потока, соответствующая расходу, сформировавшему подпертый бьеф, м.

Величины H_6 и $H_{\text{фор}}$ рекомендуется определять по формуле:

$$H = 0,245 Q^{0,4} \quad (4)$$

Для определения зависимости параметров A_1 и A_2 от среднего диаметра смываемых отложений и условий промывки были использованы результаты промывки в натуре:

а) подпертого бьефа плотины ЗАГЭС (Л. Г. Гвелесиани, Н. П. Шмальцель, 1939—1957);

* После подстановки значений $g = 9,81 \text{ м/сек}^2$ и $\frac{\gamma}{\gamma_n} = 2,75$.

Т а б л и ц а

б) подпертого бьефа Газалкентского гидроузла (ВНИИГ, А. М. Мухамедов, 1942—1949);
 в) подпертого бьефа Кампыратовского гидроузла (Ф. Ш. Ишаев, 1949—1951);
 г) Куль-Арыкского отстойника (ВНИИГиМ, 1945);
 д) Термезского отстойника (САНИИРИ, 1940).

Кроме того, были использованы результаты исследований автора на моделях ряда [6] гидроузлов (1956—1959).

В натуральных условиях промывной расход изменялся от 1,2 до 930 м³/сек, время промыва — от 1,5 час до 54 сут., средний диаметр наносов — от 0,05 до 70 мм. Объем смыва был в пределах 191 ÷ 2 · 10⁶ м³.

Промывной расход на моделях изменялся от 5 до 42 л/сек, длительность промыва — до 7—8 час, средний диаметр наносов — от 0,3 до 1,9 мм, объем смыва — до 2,6 м³.

Обработка этих материалов позволила установить значения параметров:

$$A_1 = 3,1;$$

A_2 — принимается по данным из таблицы.

На рис. 1 и 2 приведены фактические и расчетные, вычисленные по формулам (1) и (2) изменения объема смыва и длины участка при промывке подпертого бьефа плотины ЗАГЭС в 1949—1951 гг., Куль-Арыкского отстойника в 1945 г., в гидравлическом лотке и на модели Уч-Курганской ГЭС.

Формулы (1) и (2), будучи очень простыми, дают удовлетворительные результаты и поэтому рекомендуются для расчетов промывки подпертых бьефов гидроузлов и ирригационных отстойников.

При переменных условиях промывки рекомендуется:

а) относительное снижение горизонта воды при промывке с переменным горизонтом в подпертом бьефе или отстойнике определять по формуле:

$$h_p = \frac{\Sigma h_c t^{0,4}}{\Sigma t^{0,4}}, \quad (5)$$

где h_c — средняя величина снижения горизонта воды за время t ;

б) промывной расход при его изменении во времени принимать равным его средневзвешенной величине:

$$Q_{пр} = \frac{\Sigma Q t}{\Sigma t}. \quad (6)$$

Пример расчета. Рассчитать эффект промывки полностью заиленного подпертого бьефа гидроузла промывным расходом $Q = 300$ м³/сек при снижении горизонта воды против НПГ на 2 м в течение 10 часов. Средний диаметр отложений 0,5 мм. Подпертый бьеф сформирован расходом $Q = 200$ м³/сек.

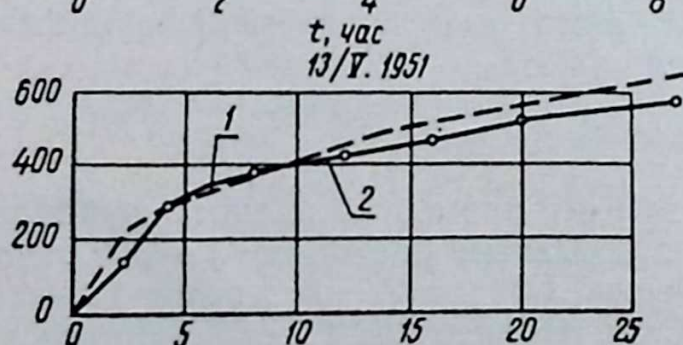
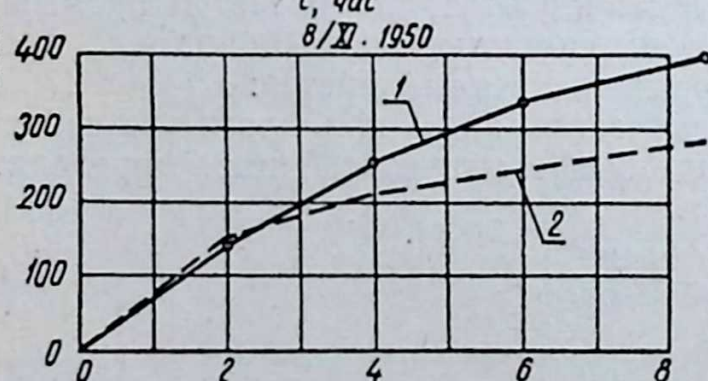
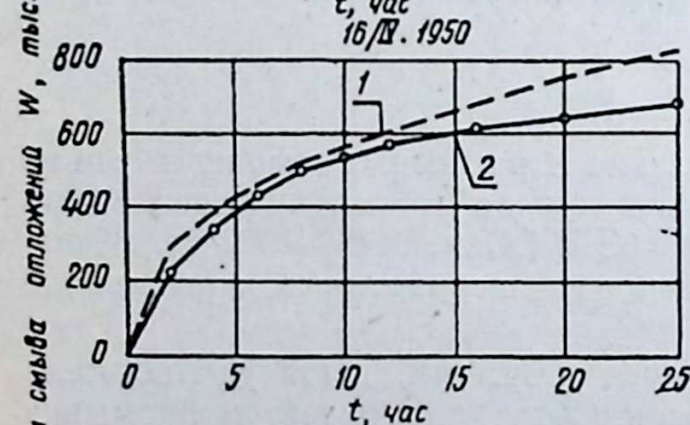
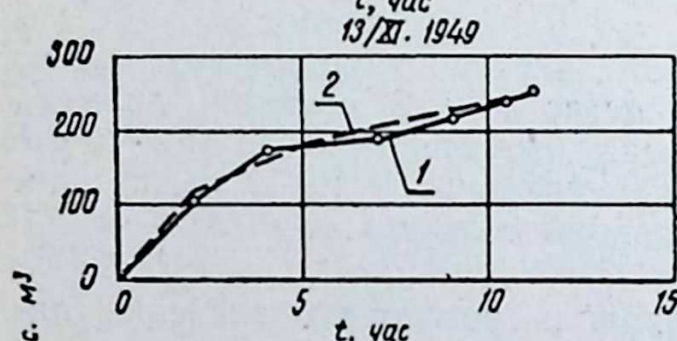
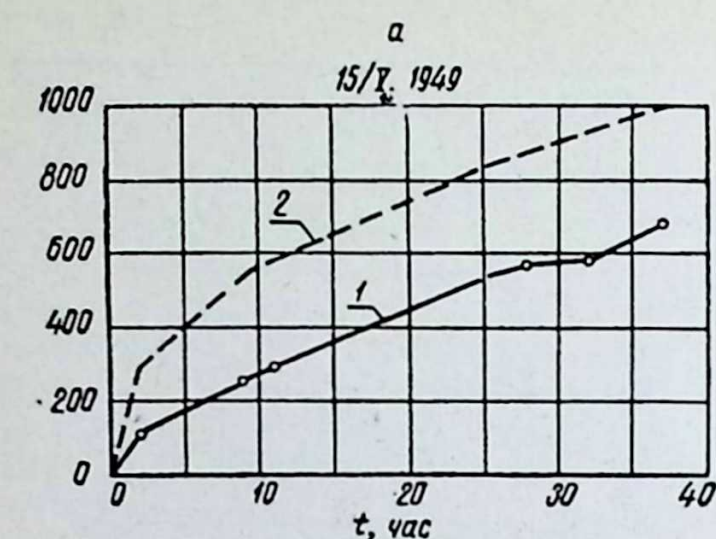
Определяем средние глубины потока в подпертом бьефе при проходе расходов 200 и 300 м³/сек по формуле (4):

$$а) \text{ при } Q = 200 \text{ м}^3/\text{сек } H_{фор} = 0,245 \cdot 200^{0,4} = 2,04 \text{ м};$$

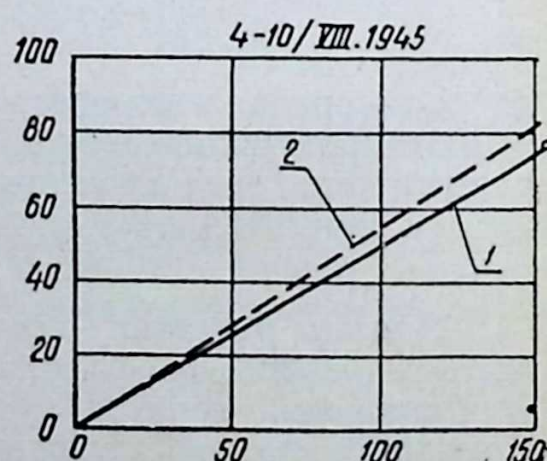
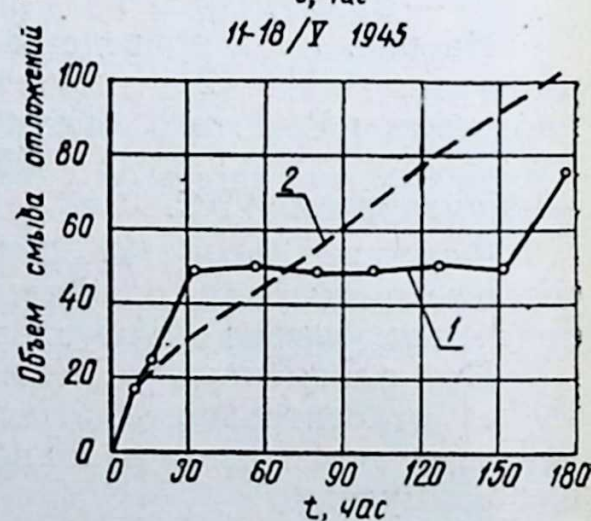
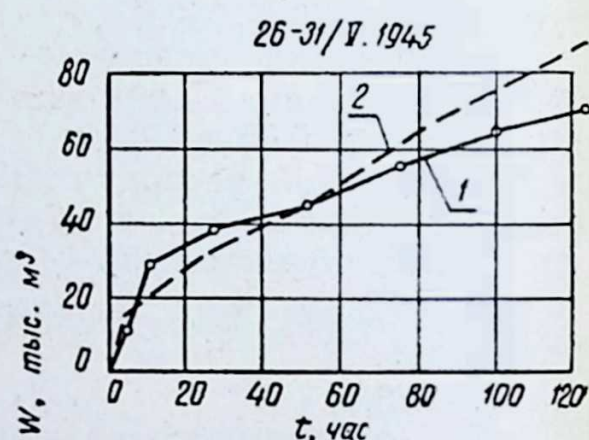
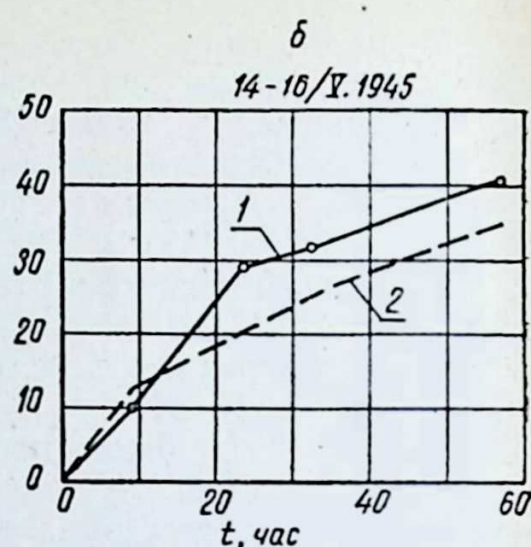
$$б) \text{ при } Q = 300 \text{ м}^3/\text{сек } H_6 = 0,245 \cdot 300^{0,4} = 2,40 \text{ м}.$$

Снижение горизонта воды при промывке равно:

$$h_c = \text{НПГ} - \text{ПГВ} + 2,40 - 2,04 = 2,0 + 0,36 = 2,36 \text{ м}.$$

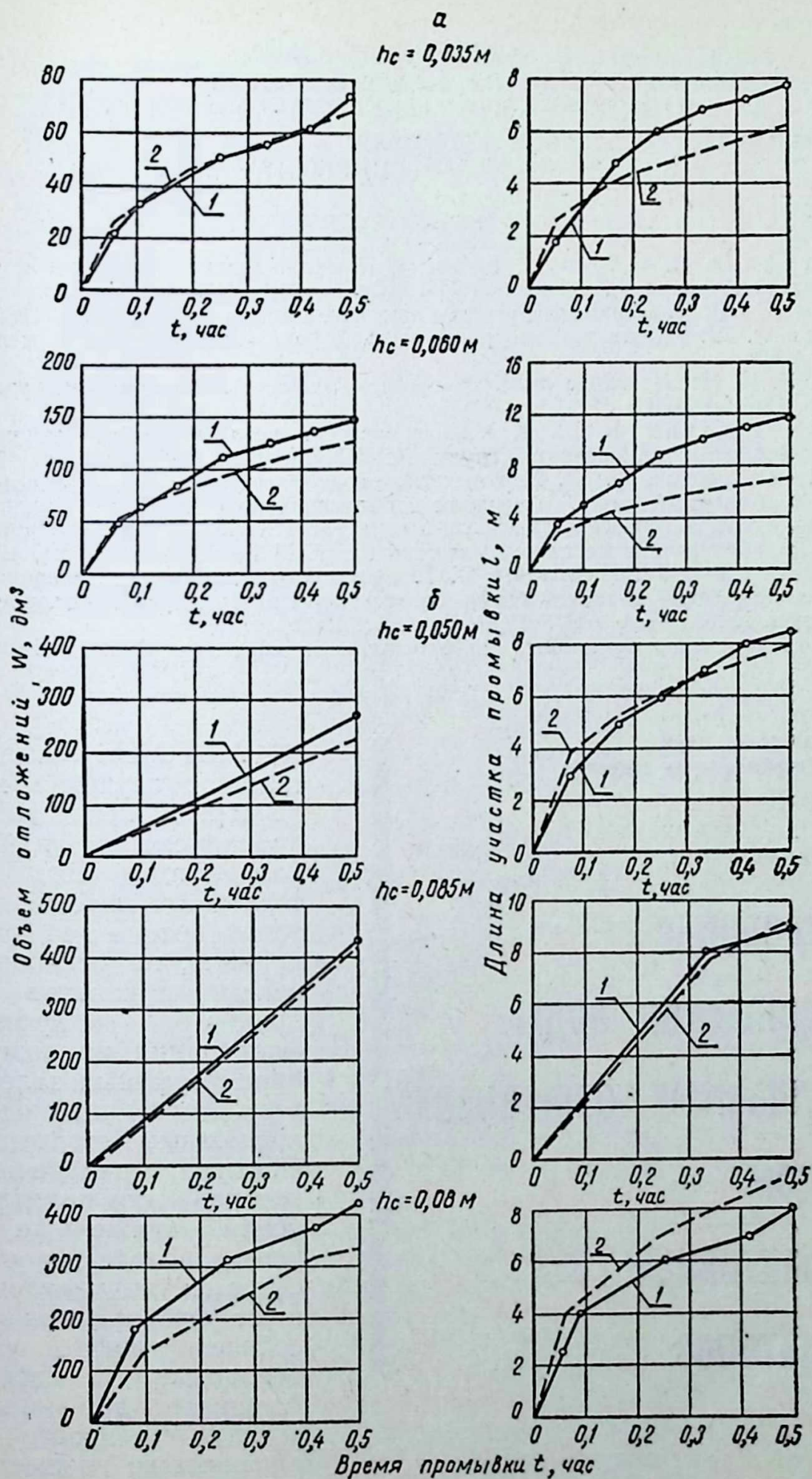


Время промывки $t, \text{ час}$



1

Изменение объема смыва отложений W во времени t при промывке:
а) подпертого бьефа плотины Закавказской гЭС; б) Куль-Арыкского отстойника



2

Изменение объема отложений W и длины участка промывки l во времени t при промывке: а — в гидравлическом лотке, б — подпертого бьефа модели Уч-Курганской гэс; 1 — фактические данные; 2 — расчетные

Значение параметра A_2 :

$$A_2 = 1,85 \cdot 0,5^{-0,5} = 2,62.$$

Объем смыва отложений за 10 часов составит:

$$W = 2,62 \cdot 2,36^{1,132} \cdot 300^{0,79} \cdot (10 \cdot 3600)^{0,433} = 59\,000 \text{ м}^3.$$

Длина участка влияния промывки:

$$l = 3,1 \cdot 2,36^{0,246} \cdot 300^{0,275} \cdot (10 \cdot 3600)^{0,377} = 960 \text{ м}.$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Гвелесиани Л. Г., Шмальцель Н. П. Исследования заиления и занесения горных водохранилищ. «Известия ТНИИСиГ» т. 10, Тбилиси, 1958.
2. Гончаров В. Н. Динамика русловых потоков. Гидрометеониздат, Л., 1962.
3. Ишаев Ф. Ш. Работа водозаборного узла. Журн. «Гидротехника и мелиорация» № 9, 1953.
4. Левин И. И. Исследование процесса промыва подпертых бьефов гидроузлов и каналов. «Труды ЛПИ» № 2, Л., 1950.
5. Мухамеджанов Ф. Ш. К вопросу расчета устойчивого протекания потока в аллювиальных отложениях. «Труды ТИИИМСХ» вып. XV, Ташкент, 1960.
6. Мухамеджанов Ф. Ш. Упрощенный метод расчета промыва занесенного наносами подпертого бьефа. Материалы конференции по гидравлике, Будапешт, 1960.
7. Мухамедов А. М. Приближенный метод расчета промыва отложений верхних бьефов гидроузлов и каналов. «Известия АН УзССР» № 4, Ташкент, 1951.
8. Селяметов М. Б., Маллаев В. Г. Результаты модельных исследований промывов отложений верхнего бьефа средненапорного гидроузла. «Вопросы гидротехники» № 6, изд-во АН УзССР, Ташкент, 1962.
9. Хачатрян А. Г. Отстойники на оросительных системах. Сельхозгиз, М., 1957.

Кандидаты техн. наук

Е. С. ДЗЕКЦЕР и Н. И. ИЛЬИН

(г. Москва)

626.86

Исследование передвижения воды в осушаемых торфяниках методом радиоактивных индикаторов

■ МЕТОДЫ экспериментального изучения характера передвижения воды в мелиорируемых торфяниках разработаны еще недостаточно. Заключение о грунтовом потоке делается, как правило, на основании косвенных признаков (по величине коэффициентов фильтрации на разной глубине торфяных залежей, по результатам наблюдений за дренажным стоком и др.). Попытки применения индикаторов для прямых измерений также не имели успеха вследствие того, что солевые индикаторы изменяют фильтрационную способность торфа и удельный вес воды, что особенно наблюдается при малых скоростях грунтового потока, а красящие вещества (например, флюоресцеин) сильно

но обесцвечиваются торфом. Применение последних затруднено также и тем, что вода в торфе имеет собственную окраску. В связи с этим представляют интерес исследования, выполняемые с помощью радиоактивных индикаторов. Использование их в концентрациях порядка $10^{-3} \div 10^{-5}\%$ существенно не изменяет физико-химические свойства

Таблица 1

Расходы воды через опытные колодцы в торфяной залежи

№ колодца	Расстояние от глубокого канала, м	Глубина колодца, м	Уровень воды в колодце от поверхности, м	Объем воды в колодце, л	Расход воды через колодец, л/сут.
29	40	1,5	0,65	6,67	0,250
41	270	1,5	1,02	3,75	0,326
42	150	1,5	0,90	4,71	0,435
43	50	1,5	0,88	4,87	0,503

Примечание. 1. Период наблюдений — с 15/VIII по 24/IX. 2. Колодец № 29 находился вблизи южного глубокого канала.

дисперсной фазы и дисперсионной среды торфа, в то время как дать количественную оценку таких концентраций радиоактивного изотопа нетрудно.

В настоящей статье изложены результаты специальных исследований, проведенных авторами на торфяном болоте «Мугреевский бор» [1]. На участке болота, осушаемом редкими глубокими каналами, проложены два глубоких канала — северный и южный, между которыми размещены четыре гидрогеологических створа. Процессы передвижения воды в торфяной залежи и в подстилающих песках изучались с использованием радиоактивного изотопа S^{35} в соединении Na_2SO_4 . Этот индикатор не поглощается твердой фазой торфа и имеет достаточный (87,1 суток) для проведения опытных работ в торфяных грунтах период полураспада [2, 3, 4].

В задачу исследований входило определение скоростей фильтрации в различных местах с применением метода радиоактивного индикатора, основанного, как известно, на том, что скорость выноса индикатора из одиночного колодца пропорциональна расходу воды через него [2, 3].

Выявление основных водопроводящих путей в торфяной залежи производилось методом координатных измерений — отбирали пробы свободной воды торфа вблизи опытного колодца и затем производили радиометрический анализ этих проб. Зона, в которой обнаруживается присутствие радиоактивного индикатора, указывает на характер и направление передвижения меченой воды.

Для сравнительных измерений было выбрано два участка: хорошо осушенный и слабо поддающийся осушению глубокими каналами, так называемый «мокрое пятно».

Рассмотрим сначала данные о расходах воды через опытные колодцы и вычисленные по этим данным скорости фильтрации, полученные методом радиоактивного индикатора на участке, удовлетворительно осушаемом глубокими каналами (табл. 1).

Из приведенных в таблице 1 данных видно, что расходы воды через колодцы, расположенные на разных расстояниях от глубоких каналов, примерно одинаковы. Тем не менее при рассмотрении расходов воды через колодцы № 41—43, расположенные в сфере действия северного глубокого канала, становится заметной тенденция к увеличению расходов по мере приближения к каналу. Это обусловлено развитием горизонтальных составляющих скоростей фильтрации в залежи вблизи глубоких каналов, хотя основная часть расхода воды, как показано далее, передвигается здесь вертикально вниз.

В песчаном подстилающем слое увеличение горизонтальной составляющей скорости фильтрации с приближением створа наблюдений к ка-

Таблица 2

Результаты исследования движения грунтовых вод на участке осушения с помощью радиоактивного индикатора

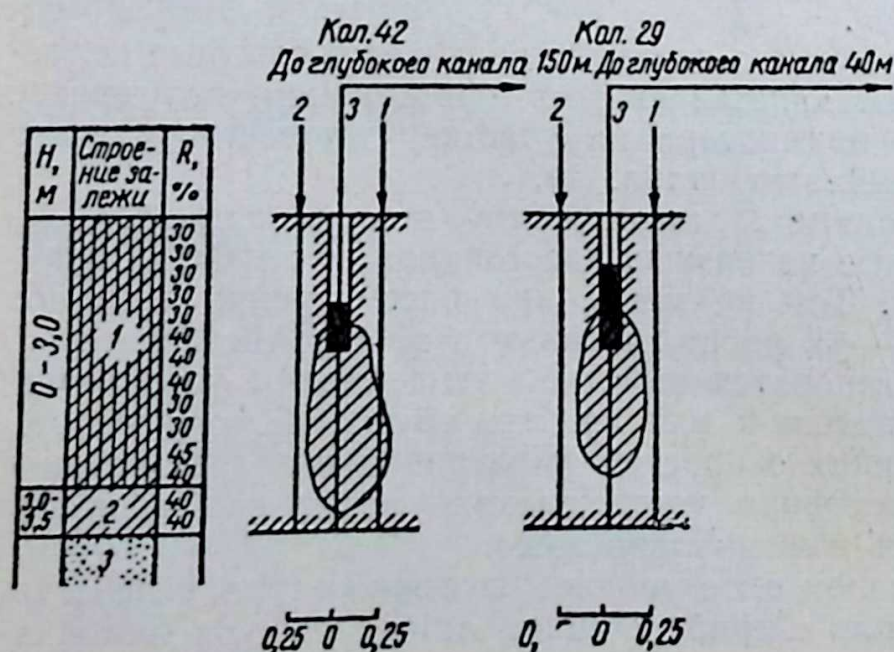
№ пьезометра	Расстояние от глубокого канала, м	Глубина пьезометра, м	Объем воды в пьезометре, л	Уровень воды в пьезометре, м	Расход воды через пьезометр, л/сут.	Площадь фильтра, дм ²	Скорость фильтрации, см/сут.
39	60	6,95	16,6	4,32	9,80	10,5	9,30
40	260	6,70	22,1	3,40	3,24	12,0	2,70
41	370	6,62	21,8	3,34	1,25	12,0	1,04

налу прослеживается более отчетливо, чем в торфе (табл. 2). Это связано с тем, что здесь поток грунтовых вод имел преимущественно горизонтальное направление.

На рис. 1 приведены результаты координатных измерений, выполненных у скважин № 42 (3-й створ) и 29 (4-й створ). Инъекция индикатора произведена 15 августа. Зона, где было обнаружено присутствие радиоактивного индикатора, заштрихована. Слева на рисунке помещены стратиграфические разрезы исследуемой залежи. Пробы воды на радиоактивность отбирали через 0,25 м по глубине залежи торфа в точках 1 и 2 вдоль створов. Кроме того, отбирали по три пробы воды в каждом колодце через 0,5 м по глубине. Во всех случаях радиоактивность была обнаружена только в пробах, отобранных в колодцах, что указывает на перемещение меченой воды вертикально вниз.

Такой же результат был получен при наблюдениях за распространением влаги меченых атмосферных осадков в залежи (рис. 2). Радиоактивный индикатор S^{35} в этом случае наносили на марлю, откуда его смывали атмосферные осадки и увлекали в залежь торфа [4]. Распространение меченых осадков фиксировалось координатными измерениями. Передвижение влаги осадков происходило также вертикально вниз без заметных отклонений.

Торфяная залежь на опытном участке представляет собой наиболее распространенную для рассматриваемого болота структуру и в соответствии со структурной классификацией торфяных месторождений,



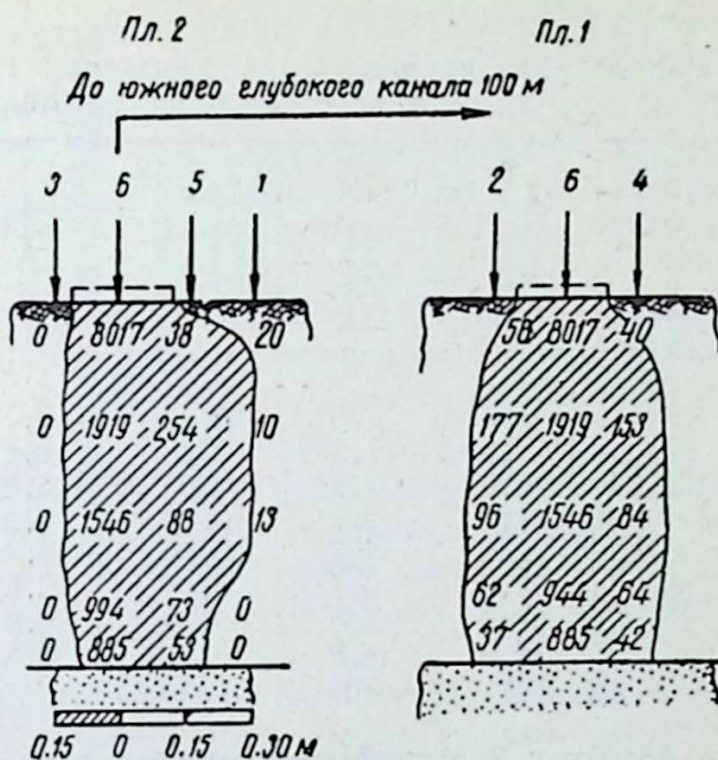
1

Распространение радиоактивного индикатора S^{35} из колодцев 42 и 29: 1 — древесно-осоковый торф; 2 — вахтовый торф; 3 — песок; R — степень разложения торфа

2

Распространение в торфяной залежи меченых атмосферных осадков: 1 — древесный торф; 2 — древесно-осоковый; 3 — древесный торф; 4 — песок. Цифры на профиле — радиоактивность проб в имп/мин. R — степень разложения торфа

Н, м	Стратиграфические залежи	R, %
0,1-0,6	1	40
0,6-0,8	2	40
0,8-1,0	3	35
1,0-1,5	4	35



предложенной Н. В. Чураевым [5], может быть отнесена к типу 1-а. Этот тип болота рекомендуется осушать глубокими каналами, что хорошо оправдалось на практике.

Перейдем теперь к рассмотрению характера передвижения воды на участке «мокрого пятна». С целью отвода воды здесь была устроена сеть неглубоких (1,5 м) картовых каналов с расстоянием между ними 30 м. Высокий уровень стояния грунтовых вод в торфе был обусловлен наличием на глубине 2,7—3,1 м прослойки сапропеля и тростникового торфа со значительной примесью сапропеля, из которого состоял контактный слой.

На этом участке были заложены три серии колодцев на разном расстоянии от картового канала. Опыты с первой серией колодцев глубиной (как и картового канала) 1,5 м имели цель выяснить влияние канала на сброс воды с участка. Колодцы второй серии глубиной 2,7 м захватывали всю толщу торфяной залежи до первого (верхнего) водоупора из сапропеля (на рис. 3, слева). И, наконец, опыты на колодцах третьей серии глубиной 3,8 м должны были показать общий эффект передвижения воды по всей толще залежи торфа с учетом горизонта, расположенного между водоупорами. Все исходные данные, а также

3

Распространение радиоактивного индикатора S^{35} из колодцев 5 и 9 («мокрое пятно»): 1 — сапропель; 2 — шейхцериевый торф; 3 — осоковый торф; 4 — сапропель; 5 — осоковый торф; 6 — сапропель с торфом; 7 — песок; R — степень разложения торфа

Н, м	Стратиграфические залежи	R, %
0,1-0,5	1	35
0,5-1,5	2	40
1,5-2,7	3	35
2,7-3,1	4	30
3,1-3,8	5	25
3,8-4,2	6	30
4,2-4,5	7	35

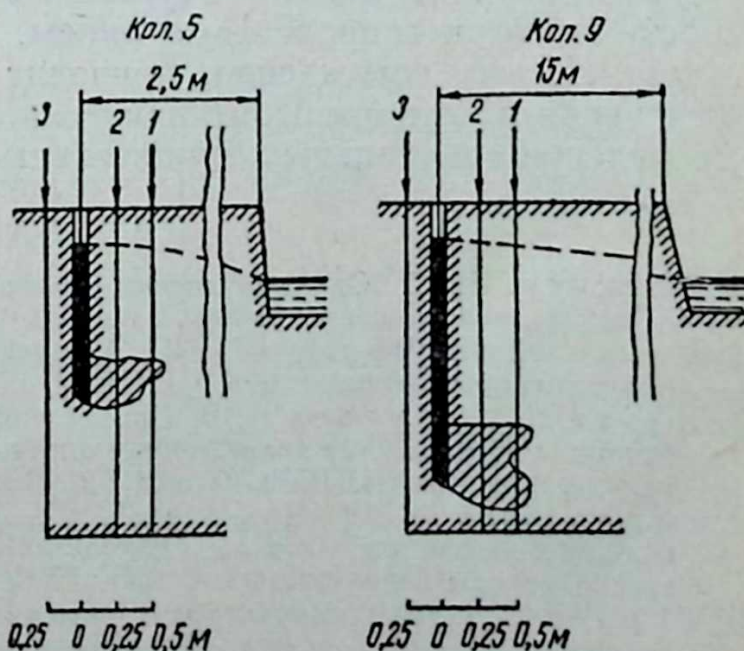


Таблица 3

Результаты исследований движения грунтовых вод на участке „мокрого пятна“ с помощью радиоактивных индикаторов

№ колодца	Расстояние от канала, м	Глубина колодца, м	Уровень воды в колодце от поверхности, м	Объем воды в колодце, л	Расход воды через колодец, л/сут	Скорость фильтрации, см/сут	Период наблюдений
1	1,5	1,5	0,39	8,7	0,826	0,74	19.VII—22.VII
2	2,5	1,5	0,38	8,8	0,515	0,46	то же
3	15,0	1,5	0,38	8,8	1,470	1,31	то же
4	1,5	2,7	0,50	17,3	3,110	1,41	то же
5	2,5	2,7	0,50	17,3	0,735	0,33	19.VII—5.VIII
6	15,0	2,7	0,42	17,9	8,950	3,93	19.VII—22.VII
7	2,5	3,8	0,75	24,0	11,500	3,77	то же
8	15,0	3,8	0,51	25,8	2,140	0,65	19.VII—4.VIII

результаты определения расходов воды и горизонтальных составляющих скоростей фильтрации приведены в табл. 3.

Как видно из приведенных в таблице 3 данных, скорости фильтрации варьируют в значительных пределах. В верхнем горизонте, расположенном еще в зоне действия канала, скорость фильтрации не превышает 1,3 см/сут. Заметное передвижение влаги происходит непосредственно над водоупорными прослойками. В отдельных случаях величина скорости фильтрации достигает здесь 3,8÷3,9 см/сут. Полученные данные находятся в хорошем соответствии с результатами координатных измерений на этом участке у колодцев №5 (16 августа) и 9 (7 августа, рис. 3). Инъекция индикатора сделана здесь 19 июля. Горизонтальные потоки влаги из колодцев (они направлены в южную сторону вследствие близости к окрайке сапропелевой линзы) располагаются непосредственно над водоупорными прослойками.

Характер передвижения воды на «мокром пятне» отвечает структуре залежи торфа типа 4'-а [5]. Для осушения торфяника этого структурного типа необходимо предусмотреть горизонтальный дренаж, прорежающий обнаруженные водоносные горизонты.

Таким образом, применением метода радиоактивного индикатора удалось установить характер движения грунтовых вод при глубоком осушении: в торфяной залежи — вертикально вниз, в подстилающих песках — горизонтально к осушителям. В случае же, когда под слоем торфа имеются сапропелевые линзы, вертикальное движение воды отсутствует, что, естественно, приводит к определенному снижению эффективности осушительного действия одних глубоких каналов и требует проведения специальных осушительных мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дзекцер Е. С. Опыт осушения болот редкими глубокими каналами. Журн. «Гидротехника и мелиорация» № 3, 1962.
2. Ильин Н. И., Чураев Н. В. Измерение расхода грунтового потока методом радиоактивных индикаторов. ЦИТЭИН, 1961.
3. Ильин Н. И., Чураев Н. В. Определение расхода неустановившегося грунтового потока с помощью радиоактивного индикатора. «Бюллетень НТИ по гидротехнике и мелиорации ВНИИГиМ» вып. 12, 1962.
4. Волярович М. П., Чураев Н. В. Изучение процессов передвижения воды в торфяной залежи методом радиоактивных индикаторов. Сборник «Новые физические методы исследования торфа», ГЭИ, 1960.
5. Чураев Н. В. Макроструктура торфяной залежи и ее влияние на эффективность осушения. Журн. «Торфяная промышленность» № 8, 1961.

Безмоторные газовые насосы

■ В ЛАБОРАТОРИИ института «ЮжНИИГипрогаз» проходит испытания и доводку безмоторный газовый насос — первая в СССР работоспособная конструкция насоса такого типа.

За последние годы в нашей печати были опубликованы две статьи, посвященные этой проблеме [1, 2]. Между тем безмоторные насосы заслуживают большого внимания, особенно сейчас, когда наша газо-

вая промышленность достигла выдающихся успехов, и дешевый природный газ проник во все отрасли народного хозяйства. В этих условиях безмоторные газовые насосы имеют бесспорные преимущества перед насосами других типов.

Газовые месторождения в СССР имеются во многих районах орошаемого земледелия или расположены в непосредственной близости к ним (Бухарский и Хорезмский оазисы, Ферганская долина, Ставропольский край, Калмыцкая АССР и Астраханская область, Среднее и Нижнее Поволжье, Левобережная Украина и др.).

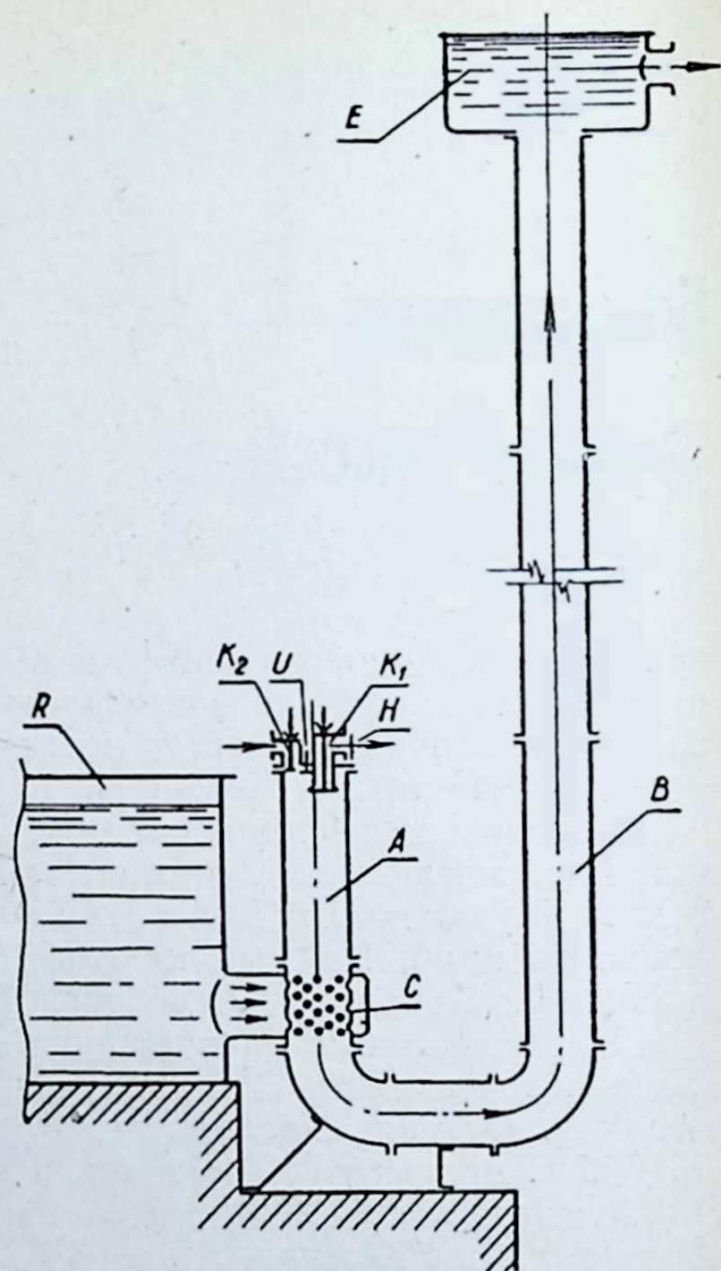
Магистральные газопроводы пересекают обширные степные районы с недостаточным для получения устойчивых урожаев количеством осадков. Общая протяженность магистральных газопроводов уже в 1965 г. превысит 42 тыс. км, а добыча природного газа достигнет 128,3 млрд. м³. К 1970 г. эти цифры увеличатся соответственно до 80 тыс. км и 250 млрд. м³.

Если предположить, что в 1970 г. при помощи безмоторных газовых насосов будет орошено 2 млн. га при средней высоте подъема воды 25 м, то для работы насосов потребуется миллиард кубометров газа в год, что составит всего 0,4% его годовой добычи. В летние месяцы, когда потребление газа промышленностью и населением значительно снижается, частичное использование его для нужд орошения скажется лишь положительно, так как позволит выровнять сезонное потребление.

В конструкции безмоторного газового насоса имеются некоторые элементы, общие с конструкциями двигателя внутреннего сгорания, поршневого насоса, гидротарана и инжектора и в то же время отличающиеся от каждой из них.

На рис. 1 показана схема безмоторного насоса системы Гемфри, разработанного в 1906—1909 гг. Клапаны K_1 и K_2 заблокированы специальным устройством (оно на схеме не показано), позволяющим им открываться поочередно.

Принцип действия насоса заключается в следующем. После воспламенения рабочей смеси в камере A уровень воды под давлением продуктов сгорания быстро понижается. Когда давление газов в камере A достигнет величины атмосферного давления, выпускной клапан K_1 под действием собственного веса откроется, а выпускной клапан K_2 останется закрытым. Вода же, продолжая по инерции движение по напорной трубе B в верхний резервуар E , вызывает разрежение в камере A и засасывается в нее из нижнего резервуара R через клапаны C . При этом обратный клапан H закрыт, препятствуя проникновению воздуха в камеру A через выпускной клапан K_1 .



1

Схема безмоторного газового насоса (вертикальный разрез): *A* — цилиндрическая камера для воспламенения рабочей смеси; *K₁* и *K₂* — выпускной и впускной клапаны; *U* — продувочный клапан; *H* — обратный клапан; *C* — всасывающие клапаны для нагнетаемой жидкости; *B* — напорный трубопровод; *E* — верхний резервуар для нагнетания жидкости; *R* — нижний резервуар

С увеличением вакуума автоматически открывается продувочный клапан *U*, и верхняя часть камеры *A* заполняется свежим воздухом. Когда вся кинетическая энергия столба воды, движущегося внутри насоса, будет израсходована на работу нагнетания, перемещение воды прекратится. Затем вода под действием статического напора и вакуума в камере *A* начинает двигаться в напорном трубопроводе *B* в обратном направлении. Вакуум в камере *A* быстро падает, причем сначала закрывается продувочный клапан *U*, а затем, когда давление в камере *A* станет равным атмосферному, закроются всасывающие клапаны *C*. При дальнейшем движении воды в камере *A* продукты сгорания выбрасываются наружу через выпускной клапан *K₁* и обратный клапан *H*. Оставшийся в верхней части камеры *A* воздух будет сжат водой, движение которой прекратится.

Под действием давления сжатого воздуха вода изменит направление своего движения, то есть столб воды вновь начнет двигаться в камере *A* сверху вниз. В результате в камере создается разрежение, под действием которого в нее через клапан *K₂* поступит необходимая порция рабочей смеси, а через клапан *C* — вода из резервуара.

Когда энергия движущегося столба воды будет израсходована, движение его прекратится и камера *A* будет заполнена горючей смесью и водой. Под действием статического напора и вакуума вода снова изменит направление движения на обратное, заполняя собой камеру *A*. В цилиндре произойдет сжатие рабочей смеси. Когда сжатие достигнет максимума, смесь воспламеняется от электрической свечи зажигания.

Под давлением продуктов сгорания вода, находящаяся в камере *A*, устремляется вниз и поступает по напорному трубопроводу *B* в верхний резервуар *E*. Далее описанный цикл повторяется.

Таким образом, рабочий процесс в насосе Гемфри состоит из следующих четырех тактов:

- 1) воспламенение рабочей смеси, расширение продуктов сгорания и нагнетание воды;
- 2) выпуск из рабочей камеры отработанных газов;
- 3) всасывание рабочей смеси;
- 4) сжатие рабочей смеси в рабочей камере.

Первым промышленным использованием насоса Гемфри явилась установка в 1913 г. четырех таких насосов производительностью 126 м³/мин каждый для подъема на высоту 9,0—9,5 м воды из р. Ли в водохранилище, снабжающее Лондон. Мощность каждого насоса (при среднем напоре 9 м) была 330 л. с., причем в цилиндре диаметром 2000 мм происходило 11 полных рабочих процессов в минуту. Для снабжения насосов рабочим газом применялась газогенераторная установка, состоящая из 4 генераторов [3]. Коэффициент полезного действия установки был довольно высок — 0,35, в то время как к.п.д. установок с центробежным или пропеллерным насосом, приводимым во вращение поршневым газовым двигателем, даже в случае, когда не требуется редуктор между двигателем и насосом, равен 0,33 [4].

Тихоходные газовые двигатели с искровым зажиганием, выпускавшиеся в 1910—1925 гг., имели к.п.д. около 0,24. Лучшие современные газовые двигатели с искровым зажиганием имеют к. п. д. 0,38÷0,41, то есть за период, в течение которого безмоторные газовые насосы не развивались, он возрос лишь на 14—17%.

Есть все основания полагать, что к. п. д. безмоторного насоса можно существенно увеличить, в то время как значительное повышение к. п. д. двигателей внутреннего сгорания или электростанций в ближайшее время весьма проблематично. Устройство же поршневого газового двигателя значительно сложнее, он тяжелее и менее долговечен по сравнению с дизельмотором.

Остановки или авария поршневого двигателя внутреннего сгорания вызываются рядом причин: неполадками в системах смазки, охлаждения, питания и зажигания. В безмоторном же насосе нет систем смазки и охлаждения, отсутствуют трущиеся детали, подверженные износу; скорость работы двигателя подчинена закону маятника, которым является столб жидкости. Безмоторному насосу не страшна детонация, так как взрыв передается не на поршень и кривошипно-шатунный механизм, а на столб воды.

При расстройстве систем питания или зажигания безмоторный насос останавливается без каких-либо повреждений. Поэтому за его работой не нужно постоянное наблюдение, и управление им может быть автоматизировано простейшими средствами телемеханики.

Описанная выше конструкция четырехтактного газового насоса не является единственно возможной. Сам Гемфри предложил более десяти различных конструкций насосов этого типа. Наряду с использованием насоса для подъема воды предлагались варианты использования его в сочетании с гидротурбиной как силовой установкой. Другой вариант предполагал использование его как приводной части компрессорной установки.

Основные характеристики некоторых насосных станций с безмоторными газовыми насосами приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные характеристики некоторых безмоторных газовых насосов

Безмоторный газовый насос	Производительность, м ³ /час	Высота подъема воды, м	Число тактов	Число рабочих циклов в 1 мин	Расход тепла на 1 л. с./час, ккал	Давление рабочей смеси, кг/см ²	Максимальное давление всасывающих, кг/см ²	Диаметр трубы насоса, мм	Год постройки	Примечание
Первый насос Гемфри	440	10,0	IV	11	3070	3,15	10,0	—	1909	
Большой насос станции „Дудлей“	1140	10,85	IV	12,2	2750	3,5	11,5	780	1909	
Насос на Брюссельской выставке	1140	10,85	IV	12,2	2755	3,5	11,5	780	1910	
Чинфордский насос 20 000	4750	9,0	IV	11	1750	2,1	9,8	1525	1913	
Чинфордский насос 40 000	9500	9,0	IV	11	1750	2,1	9,8	1830	1913	
Насос Стекеля	540	36,6 6,1	II	—	—	2,1	9,8	920	1930	С разделительным поршнем
Насосы Гемфри для Египта	19 000	5,8	IV	—	—	—	—	2440	1913 проект	
Насосы на р. Муррей (Австралия)	5900	—	IV	—	—	—	—	—	1930	
Насос Кристи	380	6,6	II	26	3840	—	—	300	1932	С перегородкой
Насос Дай Гуй-Жуя	50 200	40 4,5	II	40	—	—	—	155	1956 1959	

Таблица 2

Характеристика насосов с электроприводом

Марка насоса	Расход Q , $\text{м}^3/\text{час}$	Полный напор H , м	Полезная мощность насоса *, квт	К. п. д. насоса	Тип электродви- гателя	Мощность электродви- гателя, квт	К. п. д. электродви- гателя	Стоимость насоса, руб.	Стоимость электродви- гателя, руб.	Полная стоимость установки, руб.
75ПР-В-60	56 000	10,4	1590	0,82	ВДС-325/29-24	2300	0,93	83 000	34 960	117 960
40В-166	12 000	19,6	640	0,84	ВДД-213/44-16	860	0,92	15 710	12 540	28 250
32Д-196	4800	10,5	137	0,776	А-102	220	0,91	1590	560	2150
16НДн	1350	10,0	36,8	0,88	А-92	55	0,90	1568	289	857
6КМ-8а	180	25,0	12,3	0,74	А-71-4	20	0,88	—	—	255
3К-9а	45	19,5	2,4	0,71	А-51-2	4,5	0,85	34	58	92

Примечание. * Полезная мощность насоса подсчитана как произведение секундного расхода воды в литрах на высоту подъема в метрах, деленное на 102 кгм.

С развитием газовой промышленности, в том числе и разветвленной сети газопроводов, применение безмоторных насосов значительно упрощается. Для снабжения насосов газом уже не требуется строительство газогенераторов. Мощные насосные станции, оснащенные безмоторными насосами, должны проектироваться в расчете на использование природного газа. В этом случае вполне рентабельна прокладка специального газопровода-отвода протяженностью 100 км и более.

Институтом «ЮжНИИГипрогаз» выполнено детальное исследование рентабельности применения насосных станций, оборудованных безмоторными газовыми насосами, в сравнении с центробежными или пропеллерными насосами, вращаемыми электромоторами.

Для сравнения безмоторных газовых насосов и насосов с электроприводами, имеющих несколько различные характеристики по напору и производительности, расчеты произведены по полезной мощности насоса в киловаттах.

При этом приняты следующие исходные данные:

1) к. п. д. безмоторных газовых насосов 24%;

2) низшая теплота сгорания газа $Q_H = 7800 \text{ ккал/м}^3$.

Расход газа на подачу 1 млн. м^3 воды на высоту 1 м будет равен 1250 м^3 газа, или на 1 квт-ч — 0,46 м^3 ;

3) к. п. д. центробежных и пропеллерных насосов взяты по каталогу «Насосы» (Главхиммаш, 1962 г.), к. п. д. электродвигателей к насосам — по каталогам электродвигателей.

Характеристики насосов с электроприводом и безмоторных газовых насосов, на основании которых произведен расчет, приведены в таблицах 2 и 3.

Кроме того, нами произведен анализ рентабельности для насосных станций большой мощности — от 100 $\text{м}^3/\text{час}$ при 10 м подъема до

Таблица 3

Характеристика безмоторных газовых насосов

Расход Q , $\text{м}^3/\text{час}$	Полный напор H , м	Полезная мощ- ность насоса, кВт	К.п.д. насоса	Расход газа насосом, $\text{м}^3/\text{час}$	Стоимость насоса, руб.
50 000	10	1360	0,24	625	16 000
20 000	10	545	0,24	250	6400
5000	10	136	0,24	62,5	1400
1350	10	36,8	0,24	16,5	960
400	10	10,9	0,24	4,9	320
100	10	2,72	0,24	1,225	120

Таблица 4

Экономический эффект от замены насосов с электроприводом на безмоторные насосы в условиях Ставропольского края

Полезная мощность насосной станции, кВт	Соотношения при- веденных затрат на подъем воды для насосных станций с электроприводом и с безмоторными насосами	Годовая экономия от замены насоса при различных расстояниях от магистрального газопровода или линии электропередач, тыс. руб.		
		0,2 км	1 км	10 км
16 300	7,48	—	971,5	964
8150	7,45	—	486,0	475
2720	7,42	—	164,0	157
1090	5,41	—	49,0	44
272	3,10	—	10,0	5
73,6	2,26	2,9	2,5	—
10,9	1,41	0,5	—	—
2,7	1,15	0,1	—	—

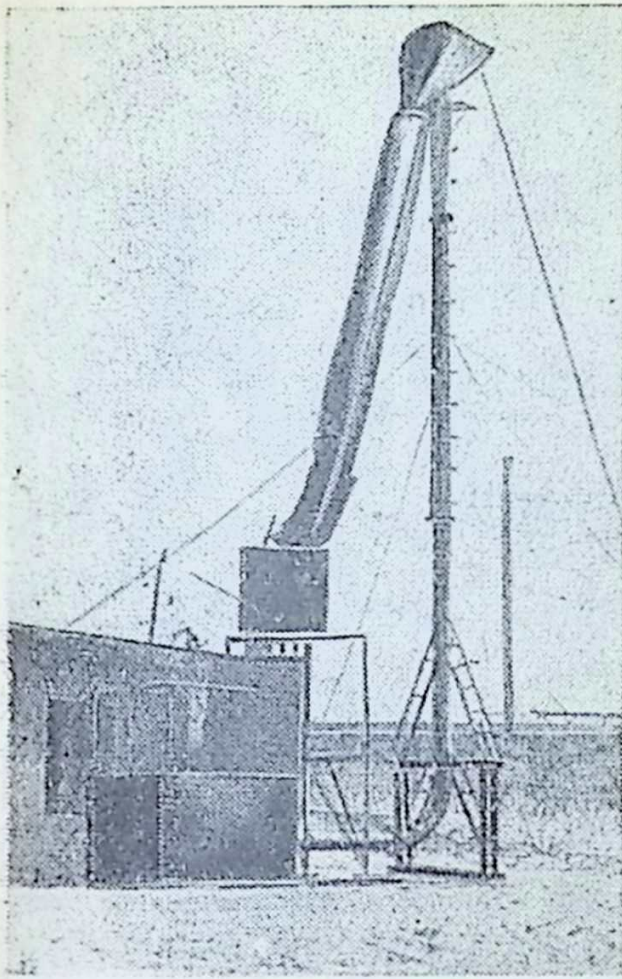
500 000 $\text{м}^3/\text{час}$ при 20 м подъема — для условий Ставропольского края, где себестоимость добычи газа и себестоимость электроэнергии близки к средней для некоторых газоносных районов (табл. 4).

Годовой экономический эффект от внедрения насосной станции с безмоторными газовыми насосами с различной производительностью был рассчитан по формуле:

$$\mathcal{E} = [(C_1 + E_1 K_1) - (C_2 + E_2 K_2)] \cdot A,$$

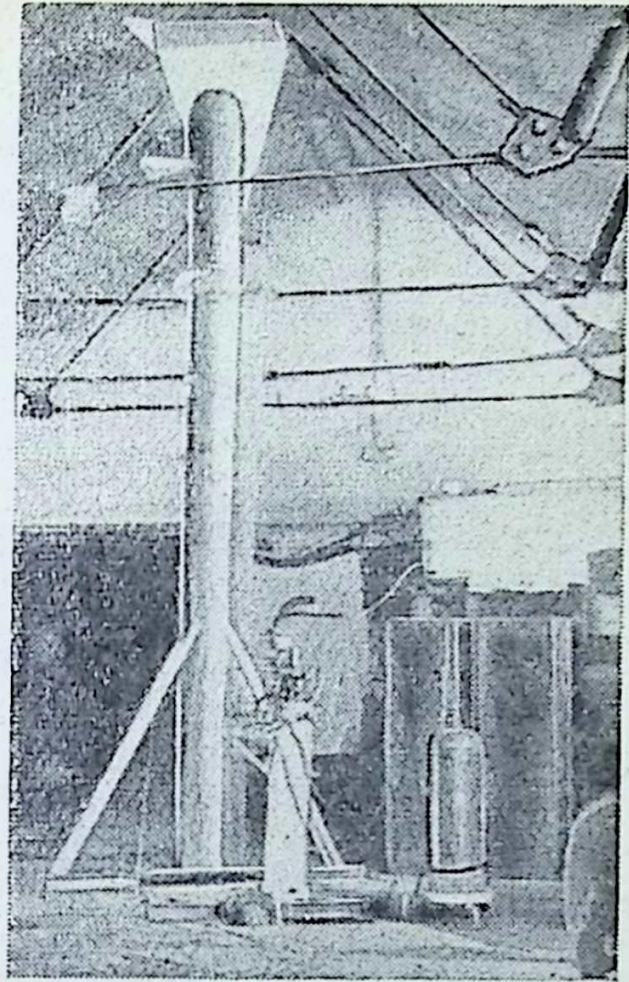
где $\mathcal{E}$ — годовой экономический эффект;
 A — годовой объем перекачиваемой воды насосной станцией с газовыми насосами;
 C_1 и C_2 — себестоимость подъема воды на высоту 1 м насосами с электроприводом и газовыми насосами;
 K_1 и K_2 — удельные капитальные затраты соответственно по насосной станции с электроприводом и с безмоторными газовыми насосами;
 E_1 и E_2 — нормативные коэффициенты эффективности капиталовложений соответственно для энергетической и газовой промышленности.

Из данных, приведенных в табл. 4, видна закономерность увеличения рентабельности использования безмоторных газовых насосов с увеличением мощности насосной станции.



2

Стенд для испытания безмоторного насоса



3

Безмоторный газовый насос Южгипрогаза. Расчетная производительность 350 м³/час, высота подъема воды 5,5 м

Для сравнения с данными, полученными с учетом себестоимости электроэнергии и газа, нами произведен расчет технико-экономических показателей по тем же насосным станциям, исходя из отпускной цены электроэнергии и газа (табл. 5).

Учитывая высокую экономическую эффективность применения безмоторных насосов, необходимо как можно скорее организовать разработку конструкций и изготовление безмоторных насосов с целью их внедрения в народное хозяйство.

В институте «ЮжНИИГипрогаз» в настоящее время уже разработаны конструкции двух газовых насосов с расчетной производительностью 70 и 350 м³/час при высоте подъема воды от 4 до 40 м. Насосы изготовлены и установлены на стендах для их испытаний и доводки (рис. 2). Произведенные запуски насосов в течение десятков часов в основном подтвердили расчеты. Предполагается провести исследования как двухтактного, так и четырехтактного насосов, а также выяснить ряд вопросов, связанных с конструированием безмоторных насосов большой мощности.

На рис. 3 показан насос с расчетной производительностью 350 м³/час при высоте подъема воды 5,5 м. Насос установлен в бетонированном котловане; поэтому на рисунке видны только рабочий цилиндр и напорная труба с расширительным баком и сливным рукавом.

На рис. 4 изображена предполагаемая насосная станция средней мощности, оборудованная безмоторными насосами.

Таблица 5

Основные капиталовложения и эксплуатационные расходы для насосных станций с электроприводом и безмоторными насосами, руб.

Элементы затрат	Насосы с электроприводом (мощность 3180 кВт)	Безмоторные насосы (мощность 3180 кВт)
-----------------	---	---

I. Капиталовложения

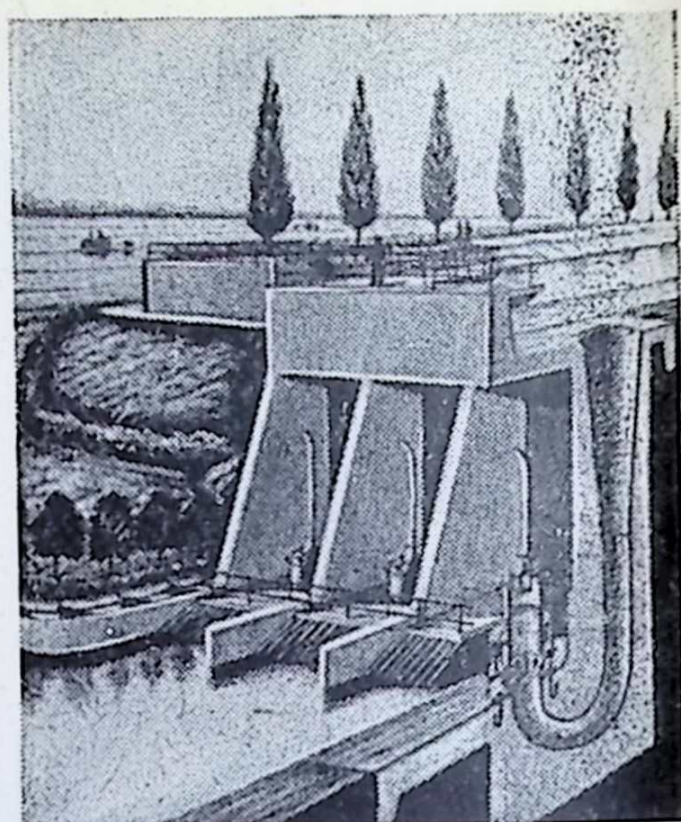
Стоимость отвода от газопровода или ЛЭП на 10 км . .	43 600	62 700
Стоимость двух насосов	235 980	37 000
Стоимость здания насосной станции . .	6000	6000
Стоимость трансформатора	6000	—
Итого . .	291 580	105 700

II. Эксплуатационные расходы

Стоимость электроэнергии	137 600	—
Стоимость газа	—	6900
Амортизация и текущий ремонт	45 560	19 750
Прочие расходы	2370	2370
Итого . .	185 530	29 020

III. Удельные эксплуатационные расходы (коп. на 1000 м³ воды, поднятой на 1 м)

6,64	3,3
------	-----



4

Проект станции с безмоторными насосами средней мощности

Выводы

Экономический анализ эффективности использования безмоторных насосов позволяет утверждать следующее:

1. Для насосных станций с безмоторными газовыми насосами при расположении их у магистральных газопроводов (для всех диапазонов мощностей) удельные затраты на подъем воды в 1,15—7,5 раза меньше, чем для насосных станций с электроприводом.

2. Наибольший экономический эффект дает строительство мощных насосных станций, так как при этом увеличивается разница в затратах на подъем воды станциями с безмоторными газовыми насосами и станциями с электроприводом.

3. С увеличением расстояния от магистральных газопроводов разница в удельных затратах для насосных станций с электроприводом и безмоторными газовыми насосами уменьшается в связи с тем, что прокладка газопроводов обходится дороже, чем прокладка ЛЭП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коберниченко И. А. Насос-двигатель. Журн. «Механизация сельского хозяйства» № 11, 1960, Киев.
2. Лэ Мэй. Двигатель с жидким поршнем. Журн. «Техника молодежи» № 3, 1959.
3. Наумов В. С. Машиноведение. Машгиз, М., 1934.
4. Рябцов Н. И. Естественные и искусственные газы. М., 1960.
5. Генкин К. И. Газовые двигатели. Машгиз, М., 1962.
6. Humphrey. Gas Pump. «Power», Mid-Des, 1933.

Применение стереофотосъемки в гидромелиоративном строительстве

■ СТЕРЕОФОТОГРАМ-
МЕТРИЧЕСКИЙ метод в
настоящее время является
основным методом создания
топографических планов и
карт в масштабах 1:5000.
Планы населенных пунктов,
промышленных, энергетиче-
ских, гидромелиоративных и
других важных объектов в
масштабе 1:2000 обычно по-
лучают также методом сте-
реофотосъемки.

Геодезические работы
на строительных площад-
ках, в том числе и в гидро-
мелиоративном строитель-
стве, производятся, как пра-
вило, с применением лишь
теодолитов и нивелиров.

В настоящей статье нам
хотелось бы обратить вни-

мание проектировщиков и строителей в области гидротехники и мелиорации на необходимость смелее внедрять в практику строительных работ прогрессивный метод наземной стереофотосъемки для подсчета объемов земляных работ в котлованах, на строительстве дорог и каналов, особенно их тяжелых участков, на береговых врезках при строительстве гэс и плотин, при планировочных и других гидромелиоративных работах.

Наземная стереофотосъемка с успехом была применена нами на строительстве одной из гидростанций для подсчета фактического расхода бетона. При бетонировании скальных откосов, когда откос не зачищался в плоскость и образовалась своеобразная ячеистая поверхность с углублениями до 0,6—0,8 м относительно проектной плоскости, фактический расход бетона увеличился на 35—40% по сравнению с проектным и не учитывать этого было нельзя.

Практика работ показала, что стереофотосъемку можно с успехом применять для определения фактического расхода бетона при бетонировании стенок различных подземных сооружений, для определения вертикального положения высоких предметов или сооружений с получением подробной и точной цифровой характеристики отклонений от отвесной линии на любой высоте сооружений без натурных измерений.

Метод стереофотосъемки целесообразно использовать для наблюдений за сдвигами, осадками и другими видами деформаций сооружений или отдельных их частей и конструкций, для изучения оползней и других явлений динамического характера, волнового движения воды в потоках, каналах и водоемах, для фиксации отдельных этапов строительных работ и в частности «скрытых» работ.

Материалы стереофотосъемки можно с успехом использовать для контроля качества выполненных работ, своеобразной паспортизации возводимого объекта и для быстрого, точного и экономичного обмера деталей сооружений с последующим составлением чертежей.

Метод стереофотосъемки успешно был применен при съемке и обмерах сооружений канала имени Москвы, станций Московского метрополитена, гидротехнических сооружений.

Для производства стереофотосъемки необходимо иметь комплект фототеодолита и стереокомпаратора. В настоящее время хорошо зарекомендовали себя и нашли широкое применение в производстве фототеодолит 19/1318 и стереокомпаратор 1818, изготавливаемые народным предприятием «Карл Цейсс» (ГДР), а также отечественные фотограмметры Всесоюзного научно-исследовательского маркшейдерского института (ВНИМИ).

Наземную стереофотосъемку производят в следующем порядке. Объект снимают фототеодолитом с двух точек местности (концов базиса), при этом оптическая ось фототеодолита в момент съемки должна располагаться горизонтально и перпендикулярно базису фотографирования (нормальный случай съемки). Полученная пара фотоснимков (негативы), называемая стереопарой, позволяет в камеральных условиях на специальном приборе — стереокомпараторе воспроизвести стереоскопическую (объемную) модель снятого объекта и выполнить по ней весьма точно и быстро необходимые измерения взамен соответствующих трудоемких натурных измерений.

По результатам произведенных измерений на стереомодели могут быть составлены планы, профили, подсчитан объем выполненных земляных работ или же получена нужная цифровая характеристика снятого объекта в виде координат и высот характерных точек.

Для вычисления пространственных фотограмметрических координат точек местности применяют формулы:

$$y_{\phi} = \frac{B \cdot f_k}{p} \quad (1)$$

$$x_{\phi} = \frac{B \cdot x_{\text{л}}}{p} \quad (2)$$

$$z_{\phi} = \frac{B \cdot z_{\text{л}}}{p}, \quad (3)$$

где B — горизонтальная проекция базиса фотосъемки, м;

f_k — фокусное расстояние фототеодолита, мм;

p — горизонтальный параллакс определяемой точки (разность абсцисс на левом и правом снимках стереопары), мм;

$x_{\text{л}}, z_{\text{л}}$ — координаты точки на левом снимке стереопары, мм.

В полевых условиях при стереофотосъемке производят выбор, закрепление и измерение базиса и, если требуется, привязку базиса к геодезической опорной сети, а также съемку объекта фототеодолитом с концов базиса. Базис съемки стараются расположить выше снимаемого объекта, примерно параллельно фронту работ. На местности его надежно закрепляют металлическими штырями. Длину базиса измеряют (с относительной ошибкой 1:2000—1:3000) стальной рулеткой с миллиметровыми делениями или же используя двухметровую базу с инварным стержнем, входящую в комплект фототеодолита.

На стереофотосъемку объекта с одного базиса затрачивают не более 10—15 мин, не считая времени на переезд к месту работы и обратно. На измерение параллаксов и координат 200 точек стереопары на стереокомпараторе требуется не более 70—80 мин и на вычисление фотограмметрических координат этих точек — еще около 90 мин.

Общие затраты времени на полевые и камеральные работы при обработке одной стереопары в 200 точек составляют около 3,0—3,5 час. При тахеометрической же съемке для полевых наблюдений и камеральной обработки данных по 200 реечным (пикетным) точкам в трудных условиях местности потребуется около 8 час. Практика показывает, что затраты времени на наземную стереофотосъемку в 2—3 раза меньше, чем на тахеометрическую съемку.

Преимущество наземной стереофотосъемки особенно наглядно проявляется при определении объемов земляных и скальных работ на местности с крутыми обрывистыми склонами. Стереофотосъемка позволяет проектировщику по стереомодели макета или самого сооружения, расположенного иногда за тысячи километров, объемно воспринять и обстоятельно изучить все сложные узлы сооружения. Метод стереофотосъемки позволяет натурные измерения объекта, производимые в сложных и неблагоприятных условиях, перенести в нормальные камеральные условия, где имеется реальная возможность расчленить, механизировать и автоматизировать отдельные процессы измерений и тем самым значительно повысить производительность труда.

Наши работы на ряде гидротехнических объектов показали, что объемы земляных и скальных работ методом стереофотосъемки во многих случаях определяются точнее и в 2—3 раза быстрее, чем с применением обычного геодезического метода.

Метод стереофотосъемки широко применялся нами для составления профилей по линиям, перпендикулярным и параллельным оси сооружения или же оптической оси фототеодолита. При этом точность профилей, составленных для трудных участков местности по материалам стереофотосъемки, была выше, чем профилей, составленных по материалам геодезических измерений.

Наземную стереофотосъемку применяли для дополнительной съемки и составления крупномасштабных планов на небольших участках работ, а также для определения координат и высот небольшого числа точек.

Современная аппаратура и разработанная методика стереофотосъемочных работ уже теперь позволяют значительно шире применять этот метод для решения многих инженерных задач, как в период изысканий, выбора площадок, проектирования и строительства, так и в период эксплуатации сооружений.

Основным препятствием на пути широкого внедрения стереофотограмметрии в гидромелиоративном строительстве, на наш взгляд, является незнание основ наземной стереофотосъемки инженерно-техническими работниками и геодезистами, работающими на строительстве. Этот существенный недостаток в подготовке инженеров-гидротехников, мелиораторов и строителей должен быть восполнен через систему курсов повышения квалификации и путем включения небольшого раздела стереофотограмметрии в курс инженерной геодезии для вузов гидромелиоративного и строительного профилей.



ОРОШЕНИЕ ПШЕНИЦЫ В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ

■ ПШЕНИЦА — одна из важнейших зерновых культур, выращиваемых на земном шаре. По посевной площади она занимает первое место в мире из всех сельскохозяйственных культур — около 200 млн. га, что составляет 14% всех пахотных площадей. Мировой сбор зерна пшеницы достигает в среднем 250 млн. т в год [1].

Больше всего пшеницы на орошаемых землях возделывается в Индии (площадь посева 3940 тыс. га, первое место занимает рис — 11 340 тыс. га).

В ряде стран часть посевов пшеницы размещается на орошаемых землях. По данным сельскохозяйственного ценза США за 1959 г., из общей площади посевов пшеницы 19 800 тыс. га на орошаемых землях размещалось 705 тыс. га (3,5%). Наибольшие площади поливной пшеницы в штатах Айдахо (118,9 тыс. га) и Техас (157,0 тыс. га) [2]. В Испании из общей площади посевов пшеницы 4 252 тыс. га на орошаемых землях возделывалось (1962 г.) 281 тыс. га.

В Индии пшеница выращивается в зимний засушливый сезон (ноябрь—март). Основные районы ее возделывания — штаты Центральной и Северной Индии, где в зимний период на большей части территории количество осадков не превышает 125—250 мм. В 1961 г. из 13 300 тыс. га посевов

пшеницы в этой стране 30% размещалось на орошаемых землях [4]. С 1950 по 1961 г. площадь посева поливной пшеницы увеличилась здесь более чем на 1 млн. га.

В Мексике орошается около 20% посевов пшеницы [5], главным образом на равнинах в штатах Сонора и Синалоа с жарким и сухим климатом.

В Турции в 1956 г. орошалось 201 тыс. га.

В Чили возделывается 800 тыс. га, из них около 200 тыс. га на орошаемых землях.

В Канаде 95% продукции пшеницы производится в степных провинциях: Манитоба, Саскачеван и Альберта, где средняя годовая сумма осадков составляет от 250 до 500 мм. В южной части провинции Альберта, где находится большая часть орошаемых площадей Канады (около 350 тыс. га) в небольшом количестве выращивается при орошении мягкая яровая пшеница.

Пшеница занимает от 5,5% всех орошаемых земель в США и до 16—28% орошаемой площади в Индии и Турции. В Испании пшеницей ежегодно занято 20% орошаемых площадей. В Болгарии из 920 тыс. га орошаемых земель 534 тыс. га заняты посевами пшеницы и ржи [6].

Удельный вес пшеницы в структуре посевов на орошаемых землях в некоторых странах показан в табл. 1.

Таблица 1
Структура посевов на орошаемых площадях в некоторых странах (тыс. га)

Показатель	Страна				
	США (18 штатов)	Индия	Испания	Болгария	Австралия
Вся орошаемая площадь	12 500	25 400	1 421	920	800
Всего зерновых без кукурузы	2 100	18 494	422	537	19
в том числе:					
пшеница	705	3 940	281	534	—
ячмень	625	1 310	78	—	—
рис	479	11 340	63	3	19
Кукуруза (всего)	1 033	497	165	—	—
в том числе на зерно	545	197	165	—	—
Люцерна и др. травы на сено	2 912	—	120	133	—
Пастбища	2 010	—	174	—	523
Бобовые	331	1 720	77	19	—
Овощи, сады и виноградники	1 273	337	168	130	103
Хлопчатник	1 348	890	153	—	0,25
Сахарная свекла	281	—	131	—	—

Таблица 2

Площадь посева и урожай пшеницы в 18 штатах США (1959 г.)

Культура	Площадь посевов, тыс. га			Урожай, ц/га		Стоимость продукции, долл/га	
	на богаре	на орошаемых землях	фактически поливалось	на богаре	на поливных землях	на богаре	при поливе
Пшеница . . .	15 230	705	530	13,3	26,4	89,0	166
в том числе:							
озимая . . .	11 100	491	331	14,7	23,2	96,5	148
яровая . . .	4130	214	199	9,5	32,4	68,0	200

Сбор пшеницы с орошаемых земель в США составляет всего лишь 6,6% общей продукции этой культуры в стране, но в ряде штатов удельный вес урожая с орошаемых земель весьма значителен. Так, в штатах Техас, Нью-Мексико, Калифорния, Айдахо, где поливается от 13 до 27% всех посевов пшеницы, валовая продукция пшеницы с орошаемых земель составляет 23,4—41,0%. В штате Юта поливная пшеница дает 46% общей продукции пшеницы. В Испании орошаемые земли дают 700 тыс. т зерна пшеницы, или 14,2% всего производства ее в стране.

По статистическим данным, в США и Испании урожай пшеницы на орошаемых землях в два раза выше, чем на неполивных. В Испании средний урожай поливной пшеницы за 10 лет (1953—1962) был 20,2 ц/га, в то время как без орошения — всего лишь 9,06 ц/га [3]. Данные об урожае (1959) пшеницы на орошаемых землях и на богаре в США приведены в таблице 2.

Данные об урожаях зерновых культур на некоторых оросительных системах США в засушливой и полувасушливой зонах приведены в таблице 3.

В Мексике благодаря применению удобрений, механизации и расширению орошения урожай пшеницы возросли с 7,7 ц/га в 1945 г. до 19,5 в 1962 г. и до 22,7 ц/га в 1963 г. С 1955 г. прекратился импорт пшеницы в страну, который достигал в 1950 г. 425 тыс. т. В 1956—1959 гг. орошаемые земли Мексики ежегодно давали в среднем 805 тыс. т пшеницы, или 61% всей ее продукции в стране.

Научно-исследовательские организации во многих странах ведут разработку вопросов орошения пшеницы. Этим уже более 50 лет заняты опытные станции США и Канады. Орошению пшеницы посвящены исследовательские работы ученых Индии, Китая, Румынии, Болгарии, Испании, Италии, Мексики, Чили. По режиму орошения пшеницы с применением дождевания ведутся исследования в Чехословакии и ГДР.

Данные научно-исследовательских институтов и опытных станций характеризуют влияние орошения на урожай пшеницы. На опытной станции в Летбридже (Канада, провинция Альберта) в течение 40 лет (1910—1950) возделывалась яровая пшеница в 10-польном орошаемом севообороте.

Таблица 3

Урожай зерновых культур на орошаемых землях США (1962 г.), ц/га

Штат	Оросительная система	Пшеница	Кукуруза	Ячмень
Айдахо	Мичеуд Флетс	36,5	—	38,5
	Минидокс	37,7	38,5	42,5
	Оуихи	46,5	55,3	48,5
	Ретдрам Прерия	24,4	—	36,5
	Престон Бенч	31,0	—	38,5
Техас	Рио Гранде	—	—	29,0
	Тукумкери	17,5	16,8	13,5
	Карлсбад	—	10,8	21,5
Колорадо	Грэнд Вэли	27,0	60,8	32,4
	Пайн Ривер	23,0	35,0	21,0
	Биг Томсон	24,3	50,6	37,0
Калифорния	Сентрел Вэли	31,6	52,6	41,9
	Милк Ривер	18,2	—	24,3

Таблица 4

Водопотребление озимой пшеницы в разные фазы развития растений

Период и фаза развития озимой пшеницы	Продолжительность периода	Среднее водопотребление в сутки $\text{м}^3/\text{га}$
Осень (после посева)	октябрь	17,5
Зима	ноябрь—февраль	7,5
До кущения	март—апрель	22,4
От кущения до трубкования	1—15 мая	40,0
От трубкования до цветения	15—28 мая	62,2
От цветения до молочной спелости	28 мая — 6 июня	87,0
От молочной спелости до восковой спелости	6—13 июня	75,0
От восковой спелости до созревания	13—28 июня	37,4

Средний урожай ее за эти годы (без применения минеральных удобрений, но по люцерне) составил $36,2 \text{ ц/га}$, ячменя— $44,2 \text{ ц/га}$. За все время только три раза урожай пшеницы снижался до 27 ц/га . Средние годовые осадки в районе опытной станции— 400 мм [7].

В опытах Летбриджской станции (1950—1960 гг.) средний урожай мягкой яровой пшеницы составил $43,6 \text{ ц/га}$ и твердой яровой пшеницы— $36,0 \text{ ц/га}$ [8]. В опытах 1960—1962 гг. с яровой мягкой пшеницей, проведенных в провинции Альберта, средний урожай яровой пшеницы за три года (в вариантах с оптимальными режимами орошения) составил $32,5 \text{ ц/га}$, тогда как при недостаточной водообеспеченности—лишь $13,4 \text{ ц/га}$ [9].

На опытной станции штата Канзас (США) урожай озимой пшеницы за 5 лет при одной влагозарядке колебался от $22,6$ до $35,2 \text{ ц/га}$, а на контроле без орошения (по парам)—только $14,2 \text{ ц/га}$.

В Индии урожай пшеницы без орошения очень низки— $6,5 \text{ ц/га}$. В научно-исследовательском институте сельского хозяйства (Нью-Дели) при орошении с оросительной нормой $2500\text{—}3000 \text{ м}^3/\text{га}$ пшеница дала урожай $23,0\text{—}23,5 \text{ ц/га}$ [11].

В странах с влажным климатом были проведены опыты дождевания озимой и яровой пшеницы. В. Брувер приводит данные ряда исследований в Германии и Австрии, которые говорят о положительных результатах дождевания пшеницы [13]. Так, в опытах Мартини при поливе с нормой $225 \text{ м}^3/\text{га}$, проведенном в начале июня, озимая пшеница дала прибавку урожая в $15,7 \text{ ц/га}$. Либинцаг при двух поливах с нормой $180 \text{ м}^3/\text{га}$ в мае и июне получил прибавку урожая пшеницы $9,5 \text{ ц/га}$. В ряде опытов дождевание давало положительный результат только в засушливые годы [13].

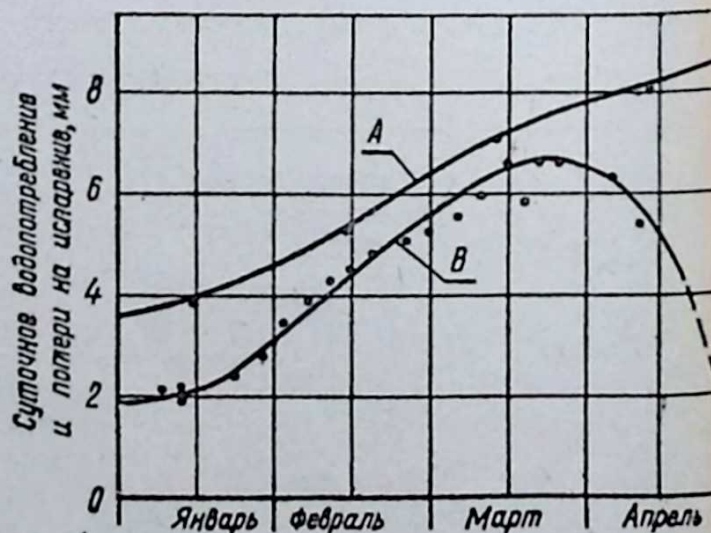
Зарубежные научно-исследовательские организации большое внимание уделяют установлению величины водопотребления пшеницы. Опытная станция штата Канзас (США) дает следующие величины суточного водопотребления озимой пшеницы по фа-

зам ее развития в условиях оптимального увлажнения (1957—1959 гг., табл. 4).

Среднее за три года сезонное суммарное водопотребление составило $5950 \text{ м}^3/\text{га}$. Оптимальный режим почвенной влажности обеспечивался влагозарядковым поливом увлажнявшим почву до предельной полевой влагоемкости на глубину $1,2 \text{ м}$, и 3—4 вегетационными поливами с оросительной нормой $2600\text{—}6000 \text{ м}^3/\text{га}$, в зависимости от условий года. Опыты для определения водопотребления озимой пшеницы проводились также в Болгарии, Канаде, Мексике и Индии. Средние величины суточного водопотребления пшеницы (В) и потери воды в испарителях (А) в Эль-Бахио (Мексика) приведены на рис. 1.

Данные о суммарном водопотреблении за сезон и коэффициенты водопотребления по исследованиям опытных станций некоторых стран приведены в табл. 5.

Колебания величин водопотребления культур зависят от метеорологических и почвенных условий, а также от применяемой агротехники. Многолетние опытные данные Летбриджской станции (Канада) показали, что сезонное водопотребление пшеницы ниже, чем многолетних трав



1

Суточное водопотребление пшеницы в районе Эль-Бахио (Мексика)

Таблица 5

Суммарное водопотребление и коэффициент водопотребления
яровой и озимой пшеницы

Страна	Район, штат	Вид культуры	Год проведения опытов	Период, дней	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Урожай, ц/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /га
Канада	Альберта	яровая (твердая)	1960—1962	нет данных	5400	нет данных	
"	"	"	1950—1961	104	4920	43,6	1130
"	"	"	1950—1961	102	4640	36,0	1290
США	Вашингтон	яровая	1951	нет данных	4970	45,0	1105
Индия	Нью-Дели	озимая	1959—1960	140	3140	26,4	1119
Болгария	Росишката	"	1960	239	5878	—	—
США	Канзас	"	1957—1959	250—260	5950	33,3	1790

Примечание. Величины водопотребления пшеницы получены в условиях поливного режима, обеспечивающего нижний предел влажности почвы в корнеобитаемом слое не менее 65—70% предельной полевой влагоемкости.

сахарной свеклы. Наиболее высокий коэффициент водопотребления у пшеницы [8].

Ряд работ опытных станций посвящен исследованию нижней оптимальной границы допустимой влажности почвы при возделывании орошаемой пшеницы. Величина нижнего предела оптимальной влажности почвы изменяется в зависимости от стадии и фаз развития, особенностей почвенных и климатических условий, уровня агроэкономики. На опытной станции в штате Вашингтон (1949—1951) и в Канаде (1960—1962) проводился опыт орошения яровой пшеницы с поддержанием различного нижнего уровня влажности почвы [9, 16]. С этой целью за сезон давали различное число поливов. Величины водопотребления пшеницы при различном нижнем пределе влажности почвы приведены в табл. 6.

Опыты показали, что максимальные уро-

жаи получают при поддержании влажности почвы, составляющей 50% доступного запаса влаги и выше. (Это соответствовало примерно 70% предельной полевой влагоемкости). Однако поддержание очень высокого предела влажности почвы (60—75% от доступной влаги) не дало значительных прибавок урожая, хотя водопотребление пшеницы и увеличилось.

Мексиканские исследователи, работая с тяжелыми глинистыми почвами, которые содержат на глубине более 60 см много растворимых солей, установили, что для получения высоких урожаев пшеницы нижний предел предполивной влажности почвы должен быть более 30% доступной влаги.

Для установления поливных норм, сроков и числа поливов пшеницы зарубежные исследователи провели ряд полевых опытов.

Таблица 6

Водопотребление и урожай пшеницы при различном нижнем пределе влажности

Район возделывания культуры	Влажность, % от доступной влаги	Число поливов	Суммарное водопотребление пшеницы за сезон, м ³ /га	Урожай, ц/га	Урожай на 1 м ³ воды, кг
Штат Вашингтон (США)	15	1	3820	35,3	9,25
	35	2	4400	45,7	10,45
	60	4	5550	44,3	8,00
Альберта (Канада)	25	—	3820	25,4	6,65
	50	—	5400	59,0	10,90
	75	—	5650	62,6	11,00

Таблица 7

Урожай озимой пшеницы при различных режимах орошения
на Канзасской опытной станции (США)
(Все варианты в пятикратной повторности)

Год	Осадки за период 1.III—15.VI, мм	Урожай, ц/га по вариантам полива			
		без полива (по парам)	одна влаго- зарядка	влагозарядка + вегетационный полив в фазу трубко- вания	влагозарядка + 3—4 вегетационных полива (оптимальный режим влажности)
1954	65,5	1,97	22,6	30,8	32,2
1955	208,0	23,80	28,8	29,8	28,8
1957	226,0	5,65	33,8	33,6	37,8
1958	289,0	22,20	35,2	33,0	34,4
1959	125,8	17,80	28,6	30,8	31,6
Средний	—	14,30	29,8	31,5	33,0

Канзасская опытная станция в результате пятилетних опытов с озимой пшеницей [10] установила, что осенние предпосевные поливы, промачивающие почву на глубину 1,8 м, в годы с осадками, близкими к нормальным и выше (125—300 мм за март—июнь), давали почти максимальный урожай зерна — 22,6÷35,2 ц/га (табл. 7).

Как видно из приведенных в табл. 7 данных, в варианте с осенней влагозарядкой и тремя или четырьмя вегетационными поливами (поливной режим с поддержанием оптимального нижнего предела влажности) получен урожай 28,8—37,8 ц/га, то есть дополнительные поливы дали очень небольшую прибавку урожая. Вегетационные поливы обеспечивали поддержание оптимального нижнего предела влажности. В засушливый 1954 г. в варианте с одной влагозарядкой получен более низкий урожай — 22,6 ц/га. Один дополнительный полив в стадии трубкования с промачиванием почвы на глубину 1,2 м повысил урожай пшеницы на 8,2 ц/га. Оптимальный по влажности режим орошения дал значительную прибавку урожая.

Сезонное водопотребление озимой пшеницы в варианте с одной влагозарядкой колебалось по годам от 4050 до 5850 м³/га и только в 1958 г., который был наиболее влажным, приблизилось к величине водопотребления в варианте с оптимальным увлажнением.

В 1955—1959 гг. Румынский научно-исследовательский агрономический институт исследовал режимы орошения озимой пшеницы на опытных станциях в засушливой степи и в зоне степи с умеренным климатом. При одном влагозарядковом поливе нормой 1000—1500 м³/га прибавка урожая озимой пшеницы была 5,2—7,2 ц/га. Максимальные урожаи (29,44 и 39,18 ц/га) получены в вариантах с влагозарядкой и

одним или двумя вегетационными поливами с общей оросительной нормой 1700—2200 м³/га. Институт рекомендует в засушливой степи применять влагозарядковый полив нормой 1000 м³/га и один или два вегетационных полива нормой 500—800 м³/га (при появлении листьев и колошении), а в степи с умеренным климатом — один влагозарядковый полив нормой 1500—2000 м³/га.

Испанские ученые рекомендуют для засушливых районов страны в средний по влажности год давать озимой пшенице два полива: один — перед посевом и другой — в апреле, когда осадков выпадает мало, в период трубкования и колошения озимой пшеницы.

Представляют интерес опыты с орошением пшеницы в Индии. Индийский научно-исследовательский институт сельского хозяйства два года исследовал режим орошения пшеницы [11]. Опыт ставился в трех вариантах на легких супесчаных почвах. В каждом варианте давался предпосевной полив, один год — нормой 1000 м³/га, другой — нормой 680 м³/га. Варианты отличались по числу вегетационных поливов. В трех вариантах давались один, два и три вегетационных полива. В опыте с тремя вегетационными поливами (оросительная норма 3000—3800 м³/га) в течение всего сезона поддерживалась влажность почвы не менее 70—85% ППВ. В варианте с двумя поливами оросительной нормой 2200—3000 м³/га поливы давались в момент снижения влажности до 75 и 85% ППВ (к концу вегетационного периода влажность слоя 0—45 см снижалась до мертвого запаса). В варианте с одним вегетационным поливом нормой 1500—2000 м³/га через месяц после полива в слое почвы 0—50 см влажность снизилась до мертвого запаса.

Сезонное водопотребление пшеницы по ва

риантам колебалось от 2300 до 3200 м³/га. Однако разница в урожаях получилась незначительной, в первый год урожай пшеницы составлял 30,6—32,8 ц/га, во второй — 22,0—24,4 ц/га. Индийские исследователи рекомендуют применять оросительную норму для пшеницы 2500 м³/га и три полива: предпосевной, через 50 и 100 дней после посева.

Анализируя результаты исследований Летбриджской опытной станции (Канада), Л. Сонмор находит, что яровые зерновые культуры должны получать в среднем три полива по 850 м³/га [8]. На Летбриджской станции пшеницу поливают два-три раза: в период появления 5 листьев, во время трубкования и в фазу цветения; при двух поливах — первый в период 5 листьев и второй при цветении.

Исследования опытной генетической станции в Чили (1944—1945) показали, что в годы, когда за вегетационный период выпадало 127 мм осадков, два полива пшеницы (во время трубкования и кущения) давали такой же урожай (20 ц/га), как и три полива. Без орошения урожай пшеницы был 14,1 ц/га. Чилийские исследователи отметили, что в такие годы один полив недостаточен для выращивания высоких урожаев [18].

Обширные исследования по режиму орошения яровой пшеницы велись еще в 20-х годах опытными станциями США и Канады [17]. Было установлено, что потребность яровых зерновых в воде начинает возрастать в период кущения и достигает максимальной величины в период колошения — цветения. В работах опытной станции штата Юта (США) наиболее эффективными оказались поливы в период кущения; один полив в фазу налива не дал прибавки урожая. В исследованиях опытной станции штата Колорадо (США) наибольший эффект дал полив в период трубкования и колошения. Полив в фазу налива не дал прибавки урожая.

Исследователи США в своих рекомендациях по возделыванию зерновых культур при орошении подчеркивают необходимость удовлетворения потребности яровой пшеницы во влаге в ранний период развития. Когда естественных запасов влаги в почве для развития растений в это время не хватает, рекомендуется предпосевной полив яровой пшеницы.

Наиболее распространенный способ полива зерновых культур сплошного сева — полив по полосам, применяемый на различных по механическому составу почвах. Наилучшие результаты этот способ полива дает на полях с уклонами поверхности от 0,0002 до 0,004. Некоторые исследователи в США считают возможным применение полива по хорошо спланированным полосам при уклонах до 0,07. В этом случае уменьшается ширина полос. В зависимости от уклона участка и водно-физических свойств почвогрунтов ширина полос может быть от 9 до 15—18 м, а длина — от 150 до 400 м.

На полосу подается расход воды от 20 до 220 л/сек. При этом применяют сифоны длиной до 3 м и диаметром до 150 мм.

На выровненных малоуклонных участках применяется полив по чекам. Обвалованные чеки площадью 2—4 га быстро затопляются большим расходом воды. Недостаток этого способа полива — большие поливные нормы и неэкономное расходование воды, а достоинство — малые затраты труда, вследствие чего он рекомендуется в районах, где ощущается нехватка рабочей силы и имеется много воды.

На участках с тяжелыми почвами, ровной поверхностью и уклонами менее 0,0012 применяют полив по контурным чекам, располагаемым поперек уклона с валиками высотой 30—35 см. Разница в высоте между чеками составляет 6—12 см.

В США культуры сплошного сева поливаются и по мелким бороздам глубиной 8—13 см. В зависимости от уклона борозды нарезают на расстоянии 45—60 см одна от другой; длина борозд от 60 до 170 м.

Повышение производительности труда на поливе по полосам и бороздам достигается применением для подачи воды сифонов, передвижных алюминиевых лотков, гибких шлангов из синтетических материалов и жестких перемещаемых трубопроводов. В США выпускают алюминиевые трубы диаметром от 50 до 250 мм, стальные оцинкованные трубы диаметром до 200 мм при длине звена 6—12 м. Отверстия водовыпусков армируют задвижками. Гибкие шланги диаметром до 400 мм изготавливают из полиэтилена, поливинилхлорида, пластика, армированных нейлоном и стекловолокном. Применение гибких и жестких трубопроводов позволяет в 2—3 раза увеличить расход воды, которым управляет поливальщик. Пользуясь алюминиевыми лотками, один рабочий за день поливает от 4 до 8 га, в зависимости от условий участка и размера поливных норм. Расход через одно отверстие лотка достигает 4 л/сек.

Дождевание посевов пшеницы, как отмечает Брувер, не получило сколько-нибудь значительного производственного применения. В 18 западных штатах США дождеванием поливается 1,37 млн. га, или 10% орошаемой площади, занятой сельскохозяйственными культурами. По данным Дождевальной ассоциации США, яровая пшеница в штате Айдахо при орошении дождеванием на площади 120 тыс. га дала урожай 37,3 ц/га, наибольший урожай — 40,5 ц/га. По тем же данным, в штатах Канзас, Айдахо и Калифорния урожай озимой пшеницы, поливавшейся дождеванием осенью и весной, был от 27 до 33 ц/га, при урожае на богаре 10,2—17,0 ц/га.

В хозяйствах штата Айдахо для дождевания пшеницы применяли передвижные дождевальные трубопроводы со средненапорными и высоконапорными дождевальными аппаратами. Диаметр захвата средненапорных аппаратов 21—39 м, высокона-

порных — от 36 до 69 м. Перемещение таких трубопроводов вручную требует больших затрат труда; дождевальные трубопроводы с механизированным перемещением применяются, главным образом, на поливе трав и пастбищ.

За последние годы в США широкое распространение получили навесные и прицепные дальнеструйные дождевальные установки, рядом фирм разрабатываются и выпускаются двухконсольные дождевальные машины, вращающиеся вокруг центральной оси. Дальнеструйные установки работают с расходом до 160 л/сек, забирая при напоре до 80 м воду из каналов, проложенных на расстоянии от 60 до 130 м один от другого (рис. 2).

Дальнеструйные дождевальные установки имеют интенсивность дождя 0,16—0,50 мм/мин. Больше всего их применяют для полива высокостебельных культур (бананы, сахарный тростник). Двухконсольные дождевальные машины выпускаются различных конструкций. Одна из таких машин — «Пауер-Спринклер» — выпускается четырех типоразмеров с длиной фермы от 24 до 76 м. Машина получает воду от закрытой оросительной сети через гибкий шланг $d = 100 \div 120$ мм. У наиболее производительной машины этого типа расход может изменяться от 17 до 56 л/сек, в зависимости от подбора насадок. С одной позиции она поливает от 0,89 до 1,62 га при интенсивности дождя 0,12—0,37 мм/мин.



2 Дальнеструйная дождевальная машина с расходом 160 л/сек и напором 80 м (Гавайские острова)

Двухконсольные машины предназначены и для полива зерновых культур. Возможно, что с расширением их выпуска дождевание найдет более широкое применение и в орошении пшеницы и других колосовых культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. United Nations. F.A.O. «Production Year-book», Rome, 1964.
2. United States census of agriculture. V. 2, v. 3, Washington, 1959.
3. España Anuario estadístico. Madrid, 1963.
4. Bharat Krishak Samaj. Year-book, New-Delhi, 1964.
5. Noble Contran. Lebrija Manuel «La sequia en Mexico y su prevision». Bulletin de la Sociedad mexicana de geografia y Estadistica. V. LXXXIII, № 1—3, 1957, Mexico.
6. Г. Начков. Состояние и перспективы развития орошения в Болгарии. Журн. «Гидротехника и мелиорация» № 8, 1965.
7. K. W. Hill. «Scientific Agriculture». V. 31, № 8, 1951, Ottawa.
8. L. Sonmer. «Canadien Journal of Soil Science» V. 43, № 2, 1963, Ottawa.
9. E. H. Hobbs, K. K. Kroymann, L. Sonmer. «Canadien Journal of plant science». V. 43, № 4, 1963, Ottawa.
10. J. T. Musick, D. W. Grimes, G. M. Herron. «Water management, consumptive Use and Nitrogen fertilization of irrigated Winter Wheat in Western Kansas». U—S. Dep. of Agr., production research report, № 75, 1963.
11. C. R. K. Prashar, Mukhtar Singh. «Indian Journal of Agriculture Science». V. 33, № 2, 1963, New-Delhi.
12. M. Vasilia, Maria Vasilia. «Probleme Agricole». V. XIII, № 4, 1961, Bucarest.
13. В. Брувер. Искусственное дождевание. Перевод Е. П. Мишанина, ВНИИГиМ.
14. H. Baumann, F. Klatt. «Zeitschrift fur Acker und Pflanzenbau.» Jg 103, № 4, 1957, Berlin.
15. Ст. Угърчински. «Известия на института по хидротехники и мелиорации» т. V, 1963, София.
16. G. Woodward. Sprinkler irrigation. Washington, 1957.
17. С. Л. Миркин. Водопотребление яровых зерновых в Северной Америке. Иригация Заволжья. Том I, 1936.
18. Rene Cortazar. Sagarminada. «Agricultura tecnica». An. 7, M. 1, 1947, Santiago-Chile.
19. R. Chavez, R. Laird. «Agricultura tecnica en Mexico» № 11, 1960—1961.

— 626.8

ОРОШЕНИЕ ДОЖДЕВАНИЕМ БОЛЬШИХ ПЛОЩАДЕЙ *

НЕХВАТКА водных ресурсов во многих странах мира и ряд преимуществ дождевания перед другими способами орошения (в частности, возможность быстрого ввода в эксплуатацию орошаемых земель) привели к значительному развитию там дождевания. В Чехословакии, ГДР, Венгрии, Румынии, Болгарии, Италии дождевание становится основным способом орошения.

Для дождевания применяются, главным образом, полустационарные системы с использованием асбоцементных труб (за последнее время также полиэтиленовых) и широко разбрызгивающих аппаратов, дающих различную интенсивность дождя. При этом с целью увязки режимов подачи воды в систему и ее использования для полива в оптимальные сроки устраиваются запасные резервуары (бассейны).

До последнего времени под орошение дождеванием отводились небольшие участки пашни, занятые, главным образом, овощами, садами, ранним картофелем и некоторыми другими высокоинтенсивными культурами. Это наложило свой отпечаток и на создание дождевальных установок и оборудования, предназначенных для полива участков площадью от 25 до 100 га.

В связи с увеличением в хозяйствах площадей, орошаемых дождеванием, встал вопрос о целесообразности проектирования не отдельных мелких участков, а оросительных систем с площадью орошения в несколько тысяч гектаров. Особенно большое значение это приобретает для социалистических стран, где организованы крупные современные хозяйства. Так, в Чехословакии на крупных орошаемых массивах орошение дождеванием планируется осуществить на 97% площади орошения.

Проектирование и строительство крупных оросительных систем с применением дождевания, естественно, выдвинули ряд технических и экономических проблем.

При оценке экономической эффективности капиталовложений в ирригацию чехосло-

вацкие специалисты исходят из следующих основных положений:

— ежегодное обеспечение планируемых урожаев;

— возможность выращивания более интенсивных культур, а также получения двух урожаев в год;

— обеспечение роста урожайности: злаковых культур — на 20—50%, пропашных и кормовых — на 50—100%, овощей — на 100—200% и плодовых культур — на 50—100%;

— окупаемость затрат на строительство крупных оросительных систем должна в среднем составлять не более 9 лет, а для систем с выращиванием овощей и раннего картофеля — 2,5 года;

— передвижное оборудование для участков площадью более 200—300 га не является экономичным.

При оценке способов орошения у специалистов в настоящее время не вызывает сомнения то обстоятельство, что дождевание является наиболее приемлемым способом, как с точки зрения наилучшего использования оросительной воды, так и вследствие значительного увеличения продуктивности земледелия.

С другой стороны, тенденция к полной механизации сельскохозяйственного производства вынуждает внедрять дождевание, позволяющее механизировать и автоматизировать процесс полива.

Орошение дождеванием обеспечивает высокую эффективность затрат на ирригацию благодаря, в основном, повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Так, в Чехословакии при дождевании урожай сахарной свеклы в среднем выше на 195 ц/га, зерна кукурузы — на 28 ц/га, зерновых культур — на 50%, овощей — на 100—200%, люцерны — на 140%, садовых культур — на 40—100%, раннего картофеля — на 100% по сравнению с урожаями на неорошаемых землях. Примерно такие же данные можно привести и по другим европейским странам.

Один из основных показателей при дождевании — допустимая интенсивность дождя при возделывании различных культур в определенных почвенных условиях. Интенсивность дождя дождевальных машин рекомендуется в пределах 0,1—0,2 мм/мин при повышенных напорах, обеспечивающих хорошее качество дождя. Для овощных культур, садов и виноградников рекомендуется интенсивность дождя 0,13 мм/мин, а для полевых культур — до 0,23 мм/мин. В Италии интенсивность дождя для глинистых почв принимается 0,1—0,2 и для других типов почв — не выше 0,5 мм/мин.

Оросительные системы в Чехословакии рассчитывают на следующие осредненные величины гидромодуля: при интенсивном земледелии (овощи) — 0,5—0,8 л/сек/га; для кормовых культур — 0,4—0,5 л/сек/га; для зерновых — 0,25—0,35 л/сек/га.

Венгерские специалисты при проектировании рекомендуют принимать дифференци-

* Статья написана по материалам Международной конференции по техническим и экономическим проблемам орошения больших площадей, состоявшейся осенью 1961 г. в Праге (Чехословакия).

рованные величины гидромодуля для отдельных частей системы. Например, для оросительной системы Калоча (площадь орошения 4270 га), где преобладают овощные, зерновые и кормовые культуры, рекомендуются следующие величины гидромодуля: для головной насосной станции — 0,4 л/сек/га; для распределительных линий — 0,61, для рабочих линий на участке — 1,23 л/сек/га.

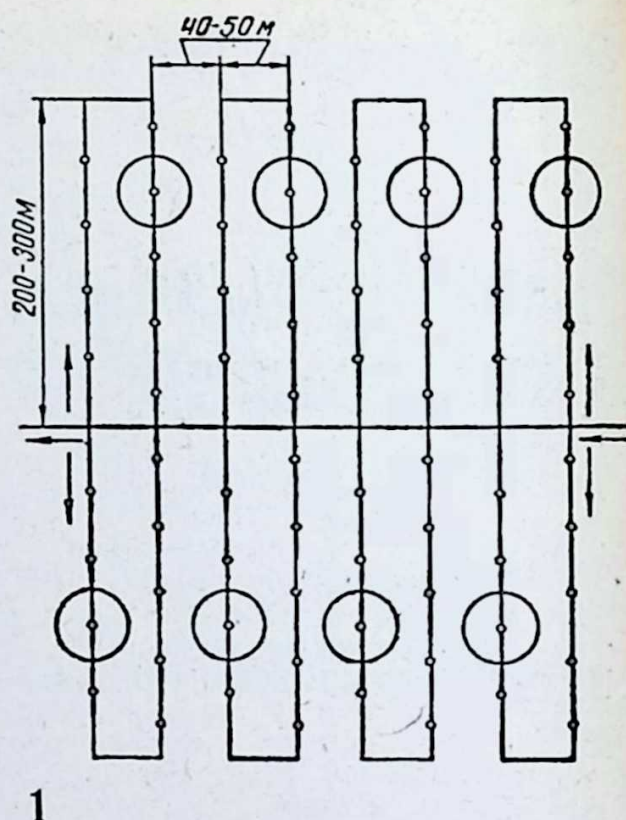
При орошении больших площадей основным типом оросительных систем в ряде стран признаны полустационарные системы с механическим водоподъемом, распределительными трубопроводами, передвижными рабочими крыльями со среднеструйными вращающимися дождевальными аппаратами. Во всех случаях при холмистом рельефе считается целесообразным сооружение водоема, обеспечивающего достаточный напор для работы дождевальных аппаратов на системе. Наиболее рациональными размерами таких полустационарных дождевальных оросительных систем считаются, в зависимости от расположения насосной станции на массиве и конфигурации последнего, системы с орошаемой площадью в пределах 1500—5000 га.

В одном из вариантов стационарной закрытой системы в Чехословакии переносным оборудованием являются только дождевальные аппараты. Распределительные трубопроводы асбоцементных труб проектируются через 400—600 м, а поливные трубопроводы небольшого диаметра укладываются в поперечном направлении, на расстоянии 200—300 м в обе стороны от него, и попарно закольцовываются (рис. 1). На каждом таком кольце работают одновременно два дождевальных аппарата. Если принять, например, среднеструйный аппарат с расходом 7 л/сек (РИК-2), то диаметр поливных трубопроводов будет равен около 50 мм, что делает возможным применение пластмассовых трубопроводов, укладку которых можно легко производить одновременно с рытьем траншей.

Самой серьезной проблемой при этом является густая сеть (40—50 м один от другого) стояков-гидрантов. Выход из затруднения находят в устройстве скрытых под землей гидрантов. Небольшая опытная система подобного типа уже построена (Челуховицы — Вшетати). По предварительным данным, капиталовложения на строительство такой оросительной системы на 26% выше, а затраты ручного труда на 90% ниже, чем на строительство обычной системы. Таким образом, появляется возможность полностью автоматизировать не только работу насосной станции, но и сам процесс полива.

Все больший интерес в странах Западной Европы проявляется и к широкозахватным машинам типа наших ДДА-100М.

На пути к созданию наиболее современных и экономичных систем переходят к строительству полностью закрытых стационарных оросительных систем. Из-за отно-



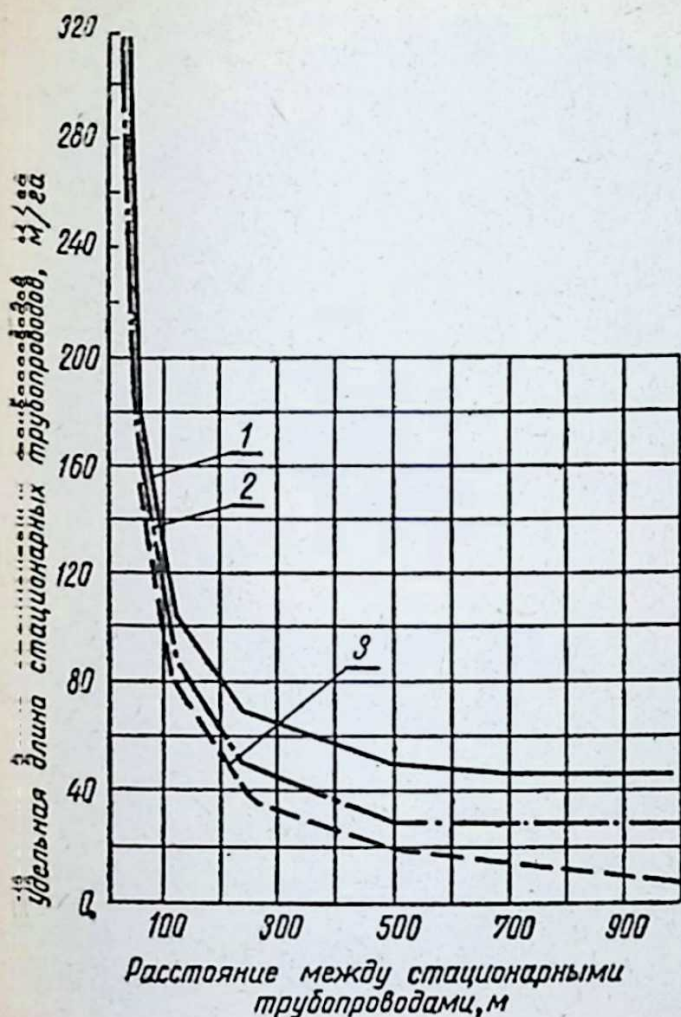
1
Стационарная закрытая система с закольцованными поливными полиэтиленовыми трубопроводами

сительно больших первоначальных капитальных вложений такие системы рекомендуется применять, прежде всего, при высокой интенсивности поливного земледелия.

Для подземных магистральных и распределительных линий применяются в основном асбоцементные трубы, укладываемые на глубину до 1 м, и лишь в редких случаях (при диаметрах более 400—600 мм) — стальные и железобетонные трубы. Между распределительными трубопроводами повсюду принято расстояние в 400—600 м, соответствующее удвоенной длине передвижных поливных трубопроводов (180—280 м).

По венгерским данным, при укладке стационарных трубопроводов через 500—1000 м удельная длина трубопроводов на 1 га не меняется и составляет: при короткоструйных насадках с расходом 0,7—1,0 л/сек и интенсивностью 0,1—0,13 мм/мин — около 50 м/га, при среднеструйных насадках (расход 4—6 л/сек и интенсивность дождя 0,18—0,22 мм/мин) — около 30 м/га (рис. 2). Несмотря на то, что первоначальные капиталовложения и затраты труда на перемещение труб в первом случае ниже, рекомендуется широко применять и короткоструйные установки с диаметром поливного трубопровода не более 85 мм. Здесь исходят из того, что переносные трубопроводы легче, качество распределения дождя по орошаемой площади получаются лучшими и поливы в ночное время проводить удобнее.

Наиболее распространены поливные трубопроводы из оцинкованных спиральных



2. Относительная длина оросительных трубопроводов:
 1 — общая длина трубопроводов с короткоструйными аппаратами малой интенсивности (0,1—0,13 мм/мин) и расходом сопел 0,7—1,0 л/сек; 2 — общая длина трубопроводов со среднеструйными аппаратами (0,18—0,22 мм/мин) и расходом сопел 4—6 л/сек; 3 — длина стационарного трубопровода.

сварных стальных труб диаметром до 1220 мм. В последнее время стали применять и твердые пластмассовые трубы (PVC). В Венгрии считается экономичным применение таких труб диаметром менее 85 мм: при большем диаметре они тяжелы и обходятся относительно дороже. Если применяются более легкие трубы, например алюминиевые, то считается, что диаметры используемых труб и мощность аппаратов могут быть увеличены.

По венгерским данным, наиболее экономичными диаметрами асбоцементных трубопроводов, в зависимости от пропускаемого по ним расхода, являются следующие: при расходе 50 л/сек — 250 мм; при 100 л/сек — 350; 125—150 л/сек — 400 и при расходе 200—250 л/сек — 500 мм.

Выбор наиболее экономичного диаметра трубопровода делается по минимальной сумме капитальных и эксплуатационных затрат на 1 пог. м трубы. Определяют этот диаметр по формулам или с помощью графиков. При подсчетах потерь напора в разборных стальных трубопроводах рекомен-

дуется учитывать криволинейность их укладки, так как формулы, приводимые в литературе, обычно относятся к прямолинейным трубопроводам.

По данным ГДР, наилучшей дождевальной системой с учетом капитальных затрат и производительности является полустационарная система с поливным трубопроводом длиной 240—280 м, со следующими удельными затратами материалов и оборудования на 1 га: подземные стационарные трубопроводы — 18 пог. м; передвижные трубопроводы — 15 пог. м; гидранты — 0,2—0,6 шт.; дождевальные аппараты — 0,6 шт.

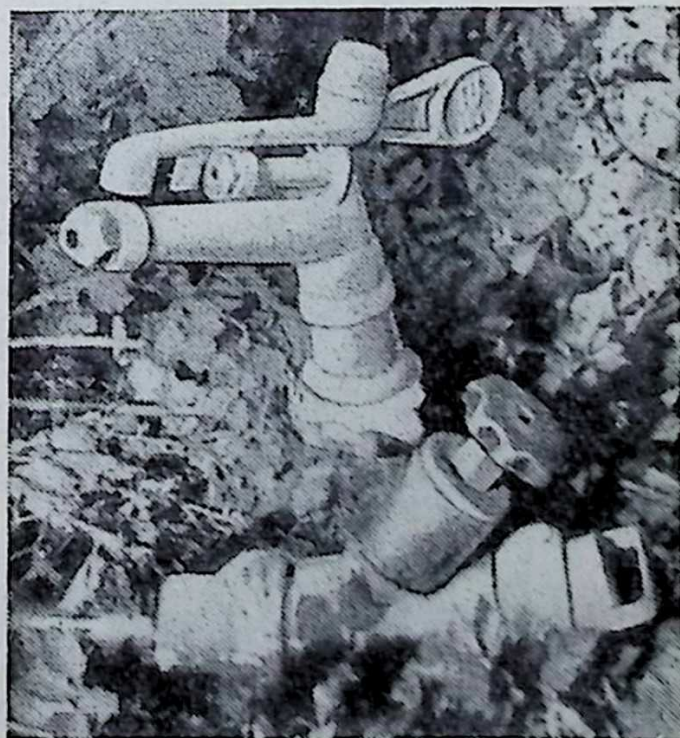
Капитальные затраты на 1 га при орошении небольших участков составляют (в марках*): на строительство полустационарных систем — 700—800; передвижных (полностью) — 350; стационарных (полностью) — 4500.

Наиболее распространенными в дождевальных оросительных системах всех стран являются стационарные асбоцементные трубопроводы. Для поливных (передвижных) трубопроводов применяются преимущественно стальные и алюминиевые трубы $d = 70 \div 130$ мм.

Во всех странах применяются, главным образом, среднеструйные дождевальные аппараты с расходами до 3—9 л/сек, напорами 3—4 ат и интенсивностью дождя до 0,17 мм/мин (рис. 3), а также короткоструйные с напором 1,5—2,5 ат.

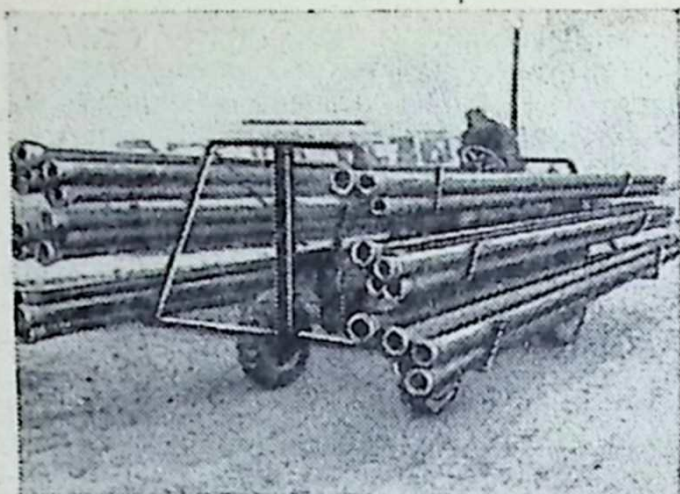
В результате исследований по допустимой интенсивности искусственного дождя из условий наилучшего удовлетворения агротехнических требований венгерские специалисты пришли к выводу о нецелесооб-

* 100 марок = 40,5 руб. (по курсу).



3

Среднеструйный аппарат РИК (Чехословакия)



4

Навесное устройство на пропашном тракторе для перевозки труб

разности применения аппаратов с диаметрами насадков более 16 мм, независимо от способов их установки. Наиболее приемлемым признается диаметр насадков 8 мм. С целью улучшения качества дождя рекомендуется принимать повышенные рабочие напоры: для насадков $d = 6 \div 10$ мм — 3,0 ат и для насадков $d = 11 \div 13$ мм — 3,5 ат.

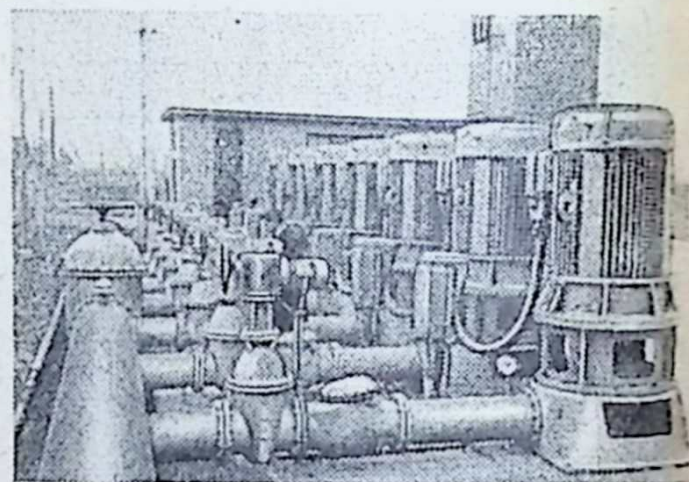
Для угла наклона аппаратов в пределах $28-32^\circ$ радиус их действия (R) в зависимости от напора рекомендуется определять по следующим формулам:

1) $R = (2d - 0,5) + 0,18H$ для насадков $d = 4 \div 10$ мм и напор $H = 10 \div 50$ м;

2) $R = 1,4d + 0,03d \cdot H$ для $d = 8 \div 10$ мм и $H = 15 \div 50$ м;

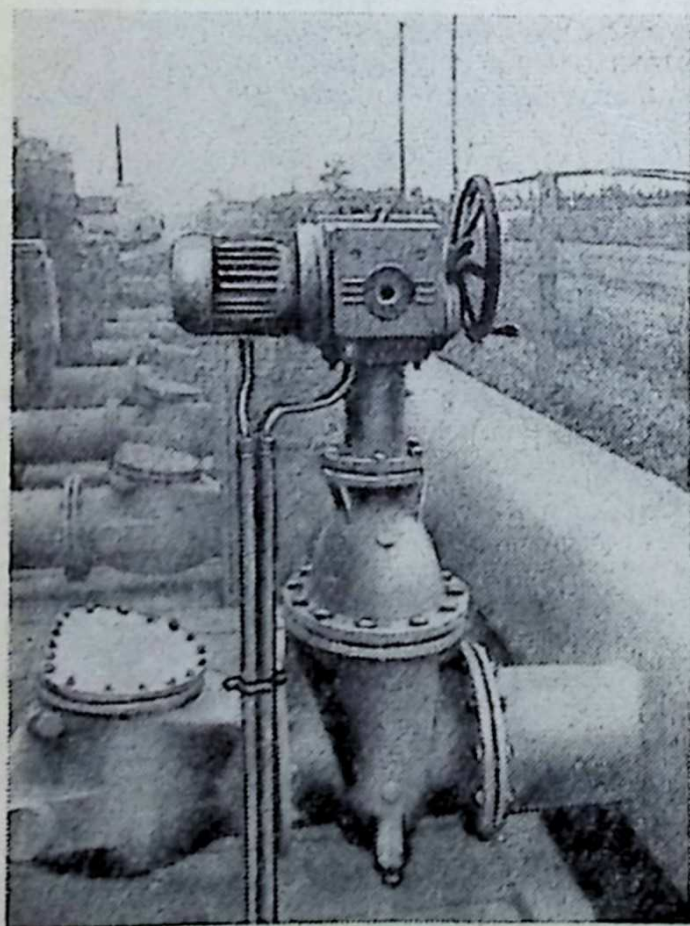
3) $R = (d + 2) + 0,35 \cdot H$ для $d = 12 \div 30$ мм и $H = 20 \div 80$ м.

Лучшими считаются стальные или алюминиевых сплавов аппараты с стружками деталями из бронзы. Начинают применять также и аппараты из пластиков (PVC).



6

Насосная станция открытого типа



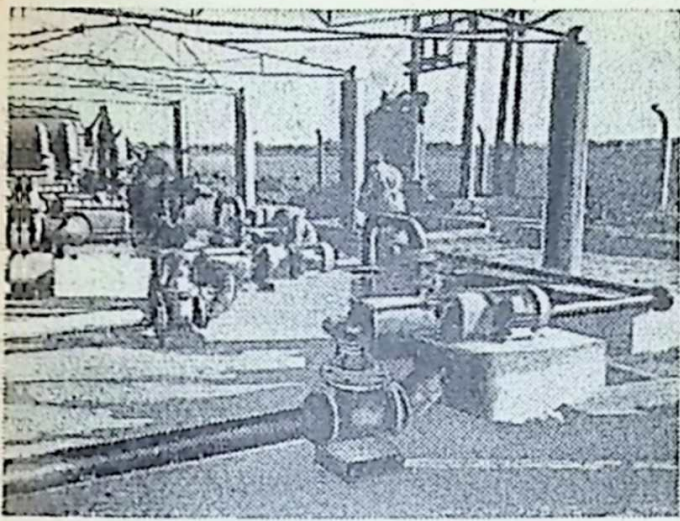
5

Автоматически действующая задвижка (насосная станция открытого типа)

нейлон, тефлон), например итальянской фирмы «Плювиодотти». По итальянским данным, средний срок службы дождевого оборудования составляет не менее 10 лет, а металлических трубопроводов их оборудования — не менее 12 лет. Срок службы пластмассовых труб пока не установлен, но, по-видимому, он будет очень большим: трубы, находящиеся в эксплуатации, пока не имеют никаких признаков износа.

Наиболее слабым местом в дождевании является перемещение поливного рабочего трубопровода со струйными аппаратами (тем более с дефлекторными насадками). Процесс этот пока не механизирован. Перевозка труб с позиции на позицию или на другой участок с помощью трактора дает экономию около 21% времени по сравнению с переносом труб вручную (рис. 4). Если оборудовать поливной трубопровод колесами и небольшими двигателями для его перекатывания, то экономия рабочего времени на его перемещение может достигнуть 80%.

С точки зрения затрат на энергию признается весьма желательным, чтобы насосные станции работали в ночное время, когда общая потребность в электроэнергии наименьшая, а ее стоимость ниже. Это обстоятельство также говорит о целесообразности устраивать запасные резервуары. Емкость их должна

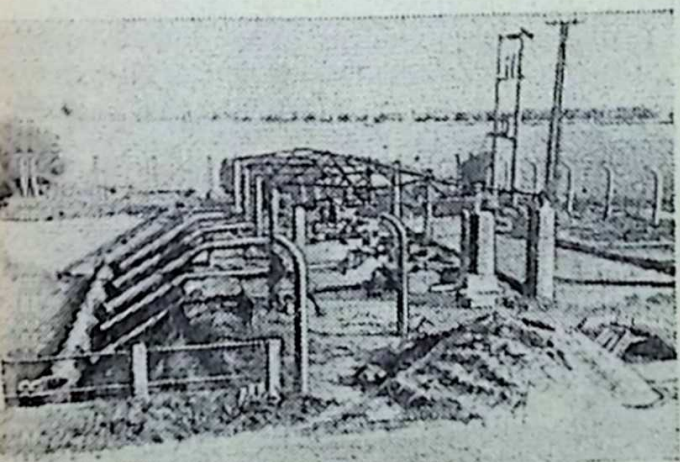


7'
Насосная станция с каркасом облегченного здания (на переднем плане 2 бустерных насоса)

соответствовать примерно суточной потребности в воде всей оросительной системы из расчета 10 м^3 на гектар. Для предупреждения фильтрации воды дно и стенки этих резервуаров облицовывают бетоном или же применяют пленки из пластических материалов с защитной засыпкой слоем грунта $10\text{--}20 \text{ см}$.

В условиях холмистой местности насосные станции также рекомендуется устраивать с регулирующими запасными резервуарами, прямые затраты на сооружение которых незначительны — $5\text{--}10\%$ от капитальных затрат на строительство крупных оросительных систем.

Запасные резервуары проектируют с таким расчетом, чтобы вода, поступающая из них самотеком, имела бы достаточный для дождевания напор. Преимущество устройства резервуаров заключается и в том, что при их наличии обеспечиваются спокойная работа насосов и трубопроводов, а также более равномерные напоры по всей системе.



8
Общий вид насосной станции с облегченным зданием

Оросительные насосные станции обычно оборудуют вертикальными погружными насосами с расходом $50\text{--}100 \text{ л/сек}$ и напором $70\text{--}90 \text{ м}$. Насосная станция проектируется обычно с $3\text{--}5$ однотипными насосами, производительность которых рассчитывается по гидромодулю.

Автоматическая работа насосных станций основана на изменении напора или расхода в голове основных трубопроводов или на изменении уровня воды в запасных резервуарах.

При отсутствии запасного резервуара насосные станции оборудуют одним или двумя так называемыми бустерными насосами небольшой производительности ($3\text{--}5 \text{ л/сек}$) и напором $3\text{--}5 \text{ ат}$ (рис. 7). Эти насосы в течение вегетационного периода обеспечивают наполнение сети водой и необходимый напор. Иными словами, вся система поддерживается в постоянной готовности к действию. Защита трубопроводов от избыточных напоров обеспечивается вантузами; в голове трубопровода устраивают резервуары емкостью 10 м^3 , работа которых сочетается с бустерными насосами.

В Чехословакии применяются насосные станции в основном открытого типа — без здания над машинным залом (рис. 6) или со зданием облегченного типа (рис. 8). Трансформаторные подстанции устраиваются открытого типа.

ВЫВОДЫ

1. В странах Западной Европы преобладающим способом полива является дождевание. В перспективе этот способ орошения получит еще большее развитие и будет применяться на значительной площади.

2. При проектировании оросительных систем замечен переход от орошения дождеванием небольших участков овощных культур к дождеванию садов, технических, кормовых, а также зерновых культур на больших площадях ($3\text{--}5 \text{ тыс. га}$). Оптимальной площадью системы для орошения дождеванием считается площадь 1500 га .

3. Основным типом оросительных систем является полустационарная система с закрытыми асбоцементными трубопроводами, проложенными примерно через $500\text{--}600 \text{ м}$, и поливными передвижными трубопроводами со среднеструйными насадками.

4. Все большее применение получают оросительные системы со стационарными трубопроводами (перемещаются только дождевальные аппараты).

5. Во многих случаях в качестве составной части оросительной системы устраивается бассейн суточного регулирования емкостью около 15000 м^3 (Чехословакия).

6. В качестве расчетной ординаты гидромодуля в европейских странах принимается в среднем $0,4 \text{ л/сек/га}$.

Учитывая отечественный и зарубежный опыт, нам следует пересмотреть действующие нормативы гидромодуля в сторону их увеличения с $0,2\text{--}0,3$ до $0,4\text{--}0,5 \text{ л/сек/га}$ для районов недостаточного увлажнения.

Докт. Д. Айх. Повышение урожая сельскохозяйственных культур за счет дождевания. («Die deutsche Landwirtschaft», Н. 2, 1965).

Рассказывается, насколько важно своевременное проведение дождевания сельскохозяйственных культур и какие нормы полива следует применять с учетом периода вегетации и вида культуры. Приводится обширный фактический материал, полученный в опытных работах за ряд лет, об эффективности орошения дождеванием.

Докт. Х. Кноблех. Тенденция развития дренажной техники. («Technik und Landwirtschaft», Н. 1, 1965).

За последнее время появились новые дренажные плуги для прокладки гончарного дренажа — Willner и Beauchamp, которые позволяют укладывать гибкие дренажные трубы из поливинилхлорида и полиэтилена без нарезки траншей. Такой способ укладки гибких трубопроводов имеет ряд преимуществ: требуются меньшие затраты труда, транспортные и ремонтные расходы. Трубы можно укладывать на высоких скоростях, что позволяет сократить обслуживающий персонал и уменьшить простои. Испытания этих плугов дали удовлетворительные результаты.

Проф. М. Ольбертц. Экономичен ли дренаж из пластмассовых труб? («Wissenschaftlich-technischer Fortschritt», Н. 12, 1964).

В статье говорится о преимуществах пластмассового дренажа, его работе и долговечности, а также о заиливании дренажных систем. Автор приводит обширный фактический материал, позволяющий сделать ряд важных выводов о применении пластмассового дренажа и его преимуществах перед гончарным.

Орошение садовых культур распыленной водой. («Agricultural Engineering» № 11, vol. 45, 1964).

Сообщается о положительных результатах, полученных при орошении садовых культур водой, распыленной до туманообразного состояния. Исследователь ставит перед собой задачу изучить, имеет ли преимущество такой способ орошения при высокой температуре воздуха перед обычным поливом.

Было установлено, что применение водяного тумана уменьшает транспирацию более чем на 80%. При таком способе орошения растение потребляет сравнительно

большее количество воды из почвы, что позволяет ему направлять сэкономленную энергию на увеличение вегетационной массы.

Гвион Ж. Исследования сельскохозяйственного подземного дренажа. («Génie rural», № 1, 1964).

В статье дается описание опытов с целью проверки формул для расчета дренажного стока. На опытном участке 8 а были проведены замеры дренажного стока, атмосферных осадков, уровня грунтовых вод, фильтрации и пористости. В результате исследований получены формулы, пригодные как для постоянного, так и переменного стока.

Применение перфорированных трубопроводов при дождевании. («Farming South Africa», № 12, 1964).

Для орошения овощей, фруктовых плантаций, люцерны и трав рекомендуется применять перфорированные трубопроводы. Преимущество их заключается в том, что даже при небольшом напоре достигается равномерное распределение воды. Кроме того, заданная площадь орошается не кругом, как обычно при вращающихся дождевателях, а по прямоугольнику. Отверстия расположены снизу и сверху трубопровода. Дальность полета боковых струй зависит от напора и диаметра отверстий.

Вопросы экономической эффективности затрат труда при дождевании. («Technik und Landwirtschaft», Н. 13, 1964).

В статье приводятся подробные данные по экономической эффективности, в частности уменьшению затрат труда, дождевания. Дается теоретическое обоснование применения дождевания в различных климатических зонах. Особое внимание обращается на выбор интенсивности дождя в зависимости от характера почвы, вегетации растений и их морозоустойчивости.

Грут и Сикэмп. Пластмассовые трубы, применяемые при дренаже. («Australian Installation agriculture Science», № 1, 1964).

В статье освещаются разработка и применение дренажных труб в Голландии. Особое внимание уделяется фильтрующим стекловолокнам, которые используются для обертывания дренажных труб. В Австралии выпускаются пластмассовые трубы из поливинилхлорида и других пластических материалов с внешними диаметрами 41,5, 42,5 и 39,0 мм и толщиной стенок 0,95 мм.

Приводятся опытные данные, полученные при эксплуатации такого дренажа на различных участках. Затраты на пластмассовый дренаж в сравнении с гончарным уменьшаются на 20—60%.

Донев И., Христов Ш. Механизированное орошение склонов.

(«Internat. Landwirtschaft». Sofia — Berlin).

Институт гидротехники и мелиорации в Софии разработал новый способ орошения склонов с частичной механизацией и автоматизацией работ. Насосная станция перекачивает воду в регулирующее сооружение, расположенное выше орошаемой площади. Оттуда вода поступает в оросительную сеть. Подводящая и распределительная сеть состоит или из подъемных трубопроводов, или (при оптимальном уклоне) из каналов. Забор воды осуществляется подвижными оросительными трубопроводами $d=150$ мм из брезентовой ткани с отверстиями, через которые вода поступает в борозды. Шланги перевозятся с помощью легкой тележки с катушкой для намотки трубопровода. Производительность такого способа орошения 28,8 га за смену.

Сварное соединение пластмассовых труб. («Baumaschine und Bautechnik» № 12, 1964).

Предлагается новый метод соединения пластмассовых труб с помощью электросварки, разработанной фирмой «Mannesmann».

Сварка труб производится специальным аппаратом, который в течение нескольких секунд сваривает плотный и надежный шов. Сварочный аппарат сам дозирует электрический ток и регулирует продолжительность сварки. Работает он от электросети 220 в.

Х. Кунтце. Исследования пригодности торфяных матов в качестве дренажного фильтра.

(«Wasser und Boden» Н. 1, 1965).

Автор провел специальные исследования торфяными матами.

На основе полученных данных делается вывод о том, что торфяные маты могут быть успешно использованы в качестве дренажных фильтров.

Подробно описывается интенсивность стока при использовании различных фильтрующих материалов, приводятся сравнительные данные.

Книги издательства «Колос»

Производственная литература

1165. Соколовская Л. Н. Осушение земель закрытым комбинированным дренажем. 5 л. Цена 15 коп.

В книге изложены практические приемы применения закрытого дренажа, отражена специфика изысканий, проектирования и строительства.

163. Путятин М. Д. Механизация работ по освоению пойменных земель. 10 л. Цена 30 коп.

Автор освещает приемы эффективного использования пойменных земель, подробно рассматривает средства механизации для их освоения и дает технологические карты.

154. Попова В. Я. Сооружения для распределения и учета воды при орошении. 7 л. Цена 30 коп.

В книге описаны конструкции, принцип действия и условия эксплуатации специальных сооружений, установленных на проводящей и внутрихозяйственной сети, на трубопроводах, лотках и т. п.

156. Шугаев В. В. Сборные железобетонные лотки-каналы. 7 л. Цена 30 коп.

В книге рассматриваются технология изготовления лотков, их транспортирование и монтаж.

166. Турнас П. А. Сельскохозяйственное освоение болот и заболоченных земель. 16 л. Цена 60 коп.

В книге изложены способы и приемы эффективного освоения и первоначального окультуривания почв осушенных болот и заболоченных минеральных земель в различных природно-хозяйственных зонах.

168. Шумаков Б. А. Мелиорация и сельскохозяйственное использование пойм южных рек. 17 л. Цена 65 коп.

В книге показана специфическая особенность пойменных земель Волги, Дона, Кубани, Терека и принципы их освоения.

Учебная литература

307. Гантман В. Б., Горский С. С. Основы техники безопасности и противопожарной техники. 15 л. Цена 70 коп.

В учебном пособии для студентов гидро-мелиоративных вузов и факультетов рассмотрены вопросы охраны труда, техники безопасности и противопожарной техники.

308. Калабугин А. Я., Мурашев С. И. и др. (3-е изд.). Сельскохозяйственное водоснабжение и мелиорации. 23 л. Цена 96 коп.

Учебник рассчитан на студентов земле-устроительных факультетов. В нем изложены сущность и условия применения наиболее распространенных и перспективных приемов обводнительных, оросительных и осушительных мелиораций и сельскохозяйственного водоснабжения.

Все эти книги можно предварительно заказать в местном Книготорге или магазине Потребсоюза, указав номер, стоящий перед фамилией автора. С тематическим планом издательства «Колос», в котором даны подробные аннотации, можно ознакомиться в местных магазинах.

СОДЕРЖАНИЕ

Алексеевский Е. Е. Задачи водохозяйственного строительства в 1966 году	1
Зайцев В. Б., Матюшин Н. Н. Новое в устройстве регулирующей сети на рисовых полях	7
Морозов Н. Л. Артезианское орошение в Узбекистане	18
Мухамеджанов Ф. Ш. Расчет промывки подпертых бьефов и отстойников	29
Дзекцер Е. С., Ильин Н. И. Исследование передвижения воды в осушаемых торфяниках методом радиоактивных индикаторов	34
Землянский И. Я., Боруля Е. М. Безмоторные газовые насосы	39
Виноградов В. С., Болгов И. Ф. Применение стереофотосъемки в гидромелиоративном строительстве	47

ЗА РУБЕЖОМ

Сыромятникова З. А., Заикин А. И. Орошение пшеницы в зарубежных странах	50
Новиков Н. Т., Чичасов В. Я. Орошение дождеванием больших площадей	57

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Из зарубежной литературы	62
Книги издательства «Колос»	63

CONTENTS

Alekseevsky E. E. Nearest tasks of hydraulic construction in 1966	1
Zaitsev V. B., Matyushin N. N. New methods in construction of regulating network in rice fields	7
Morosov N. L. Irrigation with use of artesian waters in Uzbekistan	18
Muhamedzhanov F. Sh. Design of flushing in pools and settling basins backed-up	29
Dsektser E. S., Ilyin N. I. Studying of water movement in turf lands by method of radioactive indicators	34
Zemlyansky I. Y., Borulya E. M. Motorless gas pumps	39
Vinogradov V. S., Bolgov I. F. Application of stereophotosurvey in reclamation construction	47

ABROAD

Syromyatnikova Z. A., Zaikin A. I. Irrigation of wheat in foreign countries	50
Novakov N. I., Chichasov V. Y. Sprinkling irrigation on vast areas	57

CRITICS AND BIBLIOGRAPHY

From foreign literature	62
Books issued by „Kolos“ publishing House	63

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. И. ШКЛЯРЕВСКИЙ (главный редактор), проф. И. И. АГРОСКИН, акад. А. Н. АСКОЧЕНСКИЙ, В. Д. БЕРДЫШЕВ (зам. главного редактора), И. И. БУДАРИН, С. А. ГИРШКАН, К. С. КОРНЕВ, акад. В. В. ПОСЛАВСКИЙ, член-корр. ВАСХНИЛ А. М. ЦАРЕВСКИЙ, К. К. ШУБЛАДЗЕ.

Адрес редакции: Москва, К-6, ул. Горького, д. 32, комн. 212. тел. Б 6-59-11

Художественно-технический редактор П. Ф. Некундэ

Т 01269	Подписано к печати 26/I — 66 г.	Формат бумаги 70×108 ¹ / ₁₆	Бум. л.
Печ. л. 4 (5,60)	Учетн. изд. л. 5,59	Тираж 9.820 экз.	Заказ 65
		Цена 40 коп.	

Московская типография № 13 Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР. Москва, ул. Баумана, Денисовский пер., д. 30.

№ 153. Анисимов В. А., Зюликов Г. М., кандидаты техн. наук. **Закрытые оросительные системы.** Цена 50 коп.

№ 161. Журавлев Г. И., канд. техн. наук. **Земляные плотины.** Цена 60 коп.

№ 154. Попова В. Я., канд. техн. наук. **Сооружения для распределения и учета воды при орошении,** 2-е изд.

№ 155. Решеткина Н. М., доктор геол.-минералог. наук. **Вертикальный дренаж.** Цена 70 коп.

№ 165. Соколовская Л. Н. **Осушение земель закрытым комбинированным дренажем.** Цена 15 коп. Выход в свет — I квартал.

№ 166. Турнас П. А., доктор с.-х. наук. **Сельскохозяйственное освоение болот и заболоченных земель.** Цена 60 коп.

№ 167. Хачатрян А. Г., Шапиро Х. Ш., Шарова З. И. и др. **Заиление и промыв ирригационных отстойников и водохранилищ.** Цена 65 коп.

№ 156. Шугаев В. В., канд. техн. наук. **Сборные железобетонные лотки-каналы.** Цена 30 коп.

Издательство «Колос» приглашает Вас посетить местные книжные магазины и сделать предварительный заказ, ссылаясь при этом на указанный номер темплана 1966 г. Если на местах заказ не будет принят, то Вы можете воспользоваться услугами отделов «Книга — почтой».



на книжную полку



НАДЕЖНЫЕ И ВЫСОКОПРОИЗВОДИ-
ТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ
ПОСТАВЛЯЕТ «СОЮЗСЕЛЬХОЗТЕХНИКА»

Индекс 7022

Цена 40 коп.

250

га за сезон можно оросить

с помощью

передвижной

насосной станции

СНП-250/18



Установка СНП-250/18 подает 150—250 л/сек воды при напоре 25—18 м и может обеспечить работу двух агрегатов ДДА-100М или нескольких машин ДДН-45. Стоимость подачи воды 0,45 коп. за 1 кубометр.

Насосную станцию СНП можно заказать в районных объединениях «Сельхозтехника»